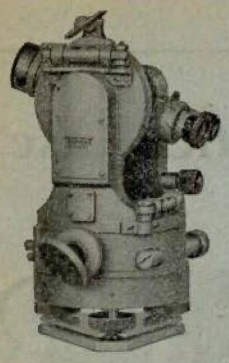
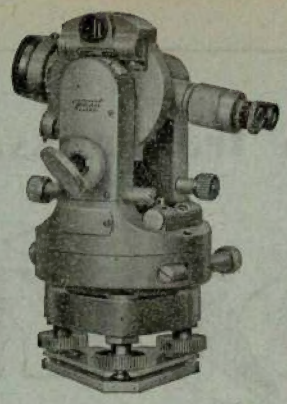
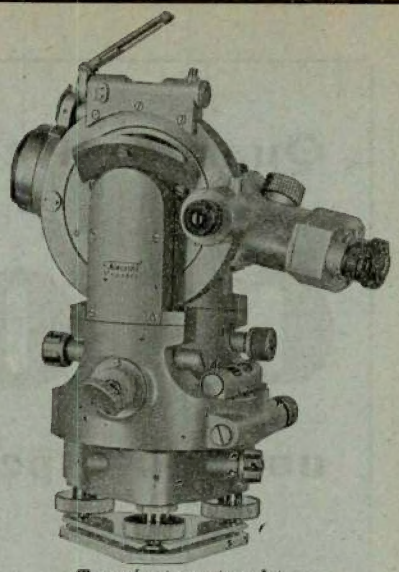
MATERIAL Fennel KASSEL TOPOGRÁFICO



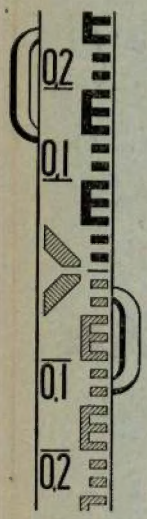
Teodolito de 8 cm, com leitura óptica dos 2 limbos

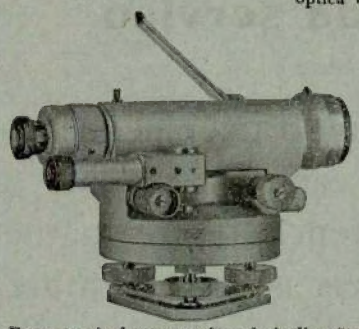


Teodolito de 9 cm, com leitura óptica dos 2 limbos

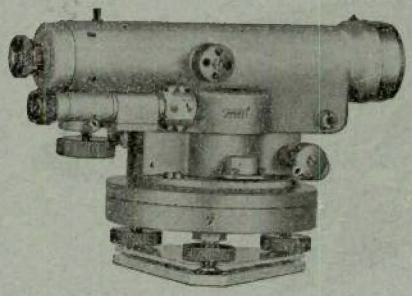


Taqueómetro auto-redutor

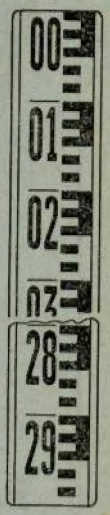


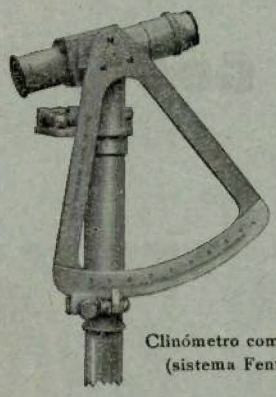


Pequeno nível com parafuso de inclinação

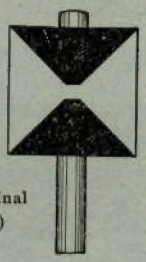


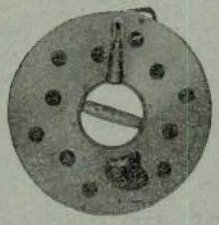
Nível taquiométrico



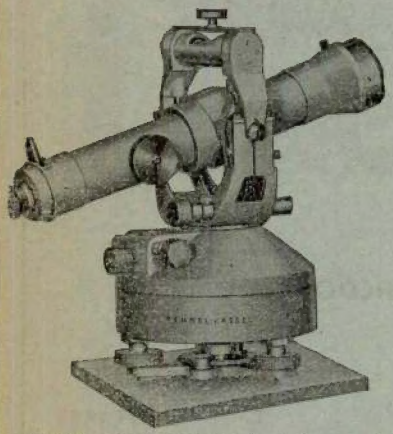


Clinómetro com sinal (sistema Fennel)

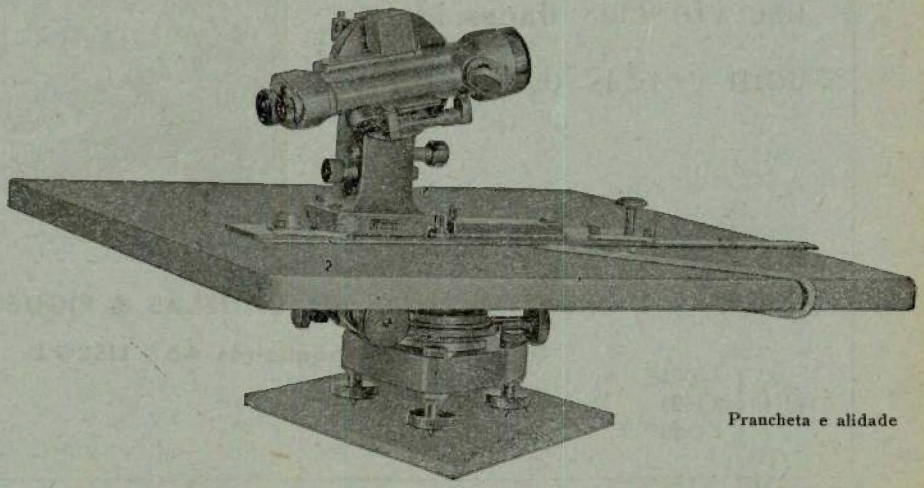




Tambor com fita de aço de precisão



Luneta para observação de deslocamento de barragens



Prancheta e alidade

REPRESENTANTES

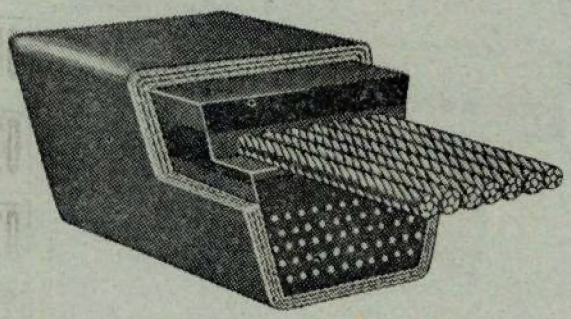
PAPELARIA FERNANDES

145, R. do Ouro, 149 — LISBOA — Largo do Rato, 13

Quando tiver uma transmissão difícil, use

GOODYEAR

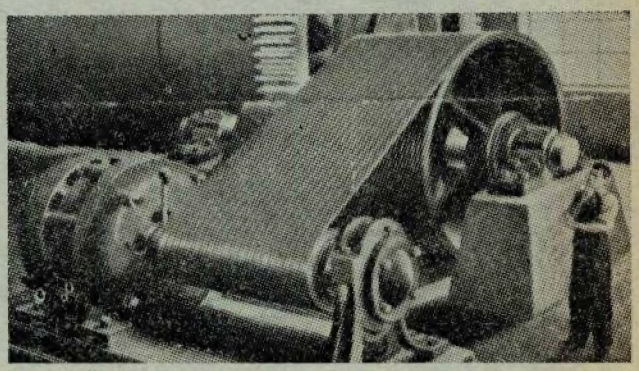
um tipo especial para cada serviço



Quando tiver pequenas distâncias entre centros, grandes diferenças entre diâmetros, ou ambas as coisas, empregue correias **trapesoidais** sem-fim da

GOODYEAR

Para grandes potências use correias **trapesoidais** com cordas de aço.



Distribuidores exclusivos: **CANELAS & FIGUEIREDO, L.DA**

R. dos Fanqueiros, 46 — LISBOA

Telef. 2 5058 / 2 4502 / 2 1729

Teleg. CANELASCO

BIBLIOTECA — INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO — LISBOA

Definições

Areia. — Inerte natural ou artificial (britado) com dimensões tais que passa através do peneiro de 5 mm de abertura (malha quadrada).

Argamassa. — Mistura de areia, cimento e água, em proporções convenientes.

Baridade do inerte. — Peso da unidade de volume aparente do inerte compactado dum modo bem definido. Para a sua determinação ver, por exemplo, a especificação E3 — 1952, *Inertes,* do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, ou a referência bibliográfica (13).

Betão. — Mistura de brita ou de godo, areia, cimento e água, em proporções convenientes.

Brita. — Inerte proveniente da britagem de rochas, com dimensões tais que fica retido no peneiro de 5 mm de abertura (malha quadrada).

Coeficiente volumétrico dum elemento de inerte. — Relação entre o volume do elemento de inerte e o volume da esfera cujo diâmetro é igual á maior dimensão diametral do elemento (maior distância entre dois planos paralelos tangentes ao elemento). Para a sua determinação cómoda, ver referência bibliográfica (9).

Coeficiente volumétrico dum inerte. — Relação entre o volume do inerte e a soma dos volumes das esferas de diâmetro igual à maior distância diametral dos elementos que compõem esse inerte. Para a sua determinação cómoda ver referência bibliográfica (9).

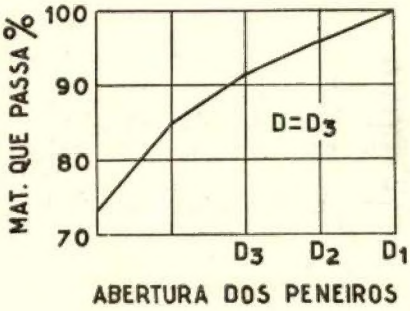
Curva granulométrica. — Curva que indica a percentagem, em volume absoluto, de inerte que passa por peneiração através de cada peneiro duma dada série de abertura d. Quando o inerte tiver uma forma uniforme ou quando a série de peneiros obedecer a uma progressão geométrica de razão constante, pode substituir-se o volume absoluto pelo aparente. Quando o inerte tiver toda a mesma densidade, o volume aparente, ou o volume absoluto, pode substituir-se pelo peso, como é corrente proceder-se nas aplicações.

Dosagem de cimento. — Peso de cimento que entra em 1 m³ de betão. Designa-se pela letra C.

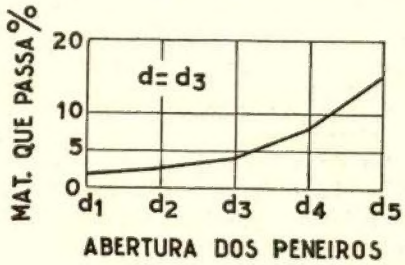
Godo. — Inerte natural, constituído por calhau rolado, com dimensões tais que fica retido no peneiro de 5 mm de abertura (malha quadrada).

Inerte. — Materiais sólidos, granulares, sem propriedades aglutinantes, destinados à fabricação de argamassas e betões.

Máxima dimensão do inerte. — Abertura do menor peneiro através do qual passa uma quantidade de inerte igual ou maior que 90 %. Designa-se pela letra D.



Mínima dimensão do inerte. — Abertura do maior peneiro através do qual passa uma quantidade de inerte igual ou menor que 5 %.



Módulo de finura do inerte. - Soma, dividida por 100, das percentagens acumuladas retidas em cada um dos peneiros duma série em progressão geométrica de razão igual a 2, e da qual o mais fino tem uma abertura de 0,149 mm (peneiro n.º 100 da A. S. T. M. — Apêndice IV).

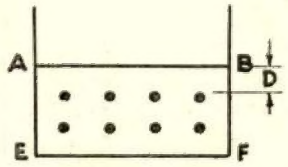
Pasta de cimento. — Mistura de cimento e de água.

Percentagem de vasios do inerte. — Percentagem, em relação ao volume aparente, do volume de vazios do inerte compactado dum modo bem definido.

Peso específico do inerte — Relação entre o peso dum dado volume do inerte seco e reduzido a um pó que passa através dum peneiro de 0,2 mm de abertura e o seu volume absoluto.

Raio médio duma peça. — Quociente do volume da peça pela superfície total das paredes e das armaduras da peça.

Raio médio duma viga de betão armado. — Quociente do volume V compreendido entre o plano AB que passa à distância D (máxima dimensão do inerte) acima das armaduras e as faces da viga AE, EF e FB, descontando o volume das armaduras, pela área S, soma das áreas das faces AE, EF e FB com as áreas laterais das armaduras.



Volume absoluto do inerte. — Soma dos volumes dos grãos que constituem o inerte.

Exemplo do cálculo dum betão

a) — *Dados.* Dispõe-se de duas britas I e II e duma areia. Deseja-se fabricar um betão com 300 kg de cimento por metro cúbico.

b) — *Cálculo da granulometria.* Começa-se por fazer a análise granulométrica dos inertes (Quadro II A) a partir da qual se calculam imediatamente as águas de molhagem respectivas com auxílio da fig. 16, donde se tiraram os coeficientes que figuram na 3.ª e 4.ª colunas deste quadro II A.

Eventualmente pode também achar-se o módulo de finura dos inertes, se se pensar utilizar este coeficiente para o cálculo do betão.

Em seguida determina-se a baridade do inerte mais grosso, I, e vai-se juntando o inerte II a pouco e pouco, até se determinar o máximo de compacidade (Quadro II B).

Os valores indicados neste quadro mostram que a melhor proporção é

$$\frac{\text{brita I}}{\text{brita II}} = 2{,}50.$$

À mistura destas duas britas junta-se a areia, a pouco e pouco até se obter o máximo de compacidade (Quadro II C). Os valores indicados no quadro II C mostram que a melhor proporção é

$$\frac{\text{areia}}{\text{brita I} + \text{brita II}} = 0{,}274.$$

A composição do betão é pois, em percentagem:

brita I 56,0 %
brita II 22,5 % (α)
areia 21,5 %.

Se se determinasse a proporção de areia pelo método do módulo de finura obter-se-ia:

QUADRO II B

Determinação da melhor proporção entre as britas I e II

Ensaio realizado numa medida de 15 l. Peso de 15 l de brita I: 22,350 kg

Peso da brita II misturada a 22,350 kg de brita I kg	Peso de 15 *l* da mistura kg	Baridade da mistura kg/m³
0	22,350	1490
6,000	24,800	1655
7,000	25,000	1670
8,000	25,200	1680
* 9,000	25,550	* 1700
10,000	25,400	1690
11,000	25,300	1685

* Melhor proporção

$$\frac{\text{brita I}}{\text{brita II}} = \frac{22{,}350}{9{,}000} = 2{,}50$$

QUADRO II C

Determinação da melhor proporção entre a mistura das britas I e II com a areia

Ensaio realizado numa medida de 15 l. Peso de 15 l da mistura de brita I com a brita II na proporção de 2,50 : 1, 25,550 kg

Peso da areia junta a 25,550 kg da mistura de brita I e brita II na proporção de 2,50 : 1 kg	Peso de 15 *l* de mistura de brita I, brita II e areia kg	Baridade da mistura dos três inertes kg/m³
0	25,550	1710
6,000	28,800	1920
* 7,000	30,400	* 2025
8,000	30,200	2015
9,000	30,100	2005

* Melhor proporção entre as duas britas e a areia

$$\frac{\text{areia}}{\text{brita I} + \text{brita II}} = \frac{7{,}000}{25{,}550} = 0{,}274$$

Módulo de finura da mistura dos inertes I e II, nas proporções determinadas no quadro II B:

$$\frac{\text{brita I}}{\text{brita II}} = \frac{M_{II} - M}{M - M_I},$$

$$2{,}50 = \frac{4{,}85 - M}{M - 7{,}70},$$

donde

$$M = 6{,}90.$$

A fig. 8 indica que, para um betão com uma máxima dimensão de inerte D = 40 mm e uma dosagem de 300 kg, o módulo de finura aconselhado é de 6,00 — — 0,25 = 5,75, pois um dos inertes é britado.

Logo, a proporção de areia é:

$$r = \frac{\text{areia}}{\text{brita I} + \text{brita II}} = \frac{6{,}90 - 5{,}75}{5{,}75 - 2{,}12} = 0{,}317$$

o que dá uma percentagem de areia em relação à totalidade do inerte de 24 %.

Como se vê, a diferença entre os resultados obtidos pelos dois métodos não é muito grande, conduzindo a percentagens de areia da mesma ordem de grandeza.

Prosseguiremos o cálculo com a quantidade de areia de 21,5 %.

c) — *Cálculo da composição do betão por metro*

QUADRO II A

Granulometria, módulos de finura e águas de molhagem dos inertes

Peneiros A. S. T. M.	Dimensão da malha	Coeficientes para o cálculo das águas de molhagem %		BRITA I			BRITA II			AREIA		
				Análise granulométrica		Água de molhagem	Análise granulométrica		Água de molhagem	Análise granulométrica		Água de molhagem
	mm	Brita	Rolado	Resíduo nos peneiros %	Quantidade retida nos peneiros %	%	Resíduo nos peneiros %	Quantidade retida nos peneiros %	%	Resíduo nos peneiros %	Quantidade retida nos peneiros %	%
3"	76,2	0,18	0,16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1" 1/2	38,1	0,28	0,23	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3/4"	19,1	0,60	0,55	75,0	75,0	0,450	0	0	0	0	0	0
3/8"	9,52	1,60	1,30	20,1	95,1	0,322	0	0	0	0	0	0
n.º 4	4,76	2,80	2,25	4,9	100,0	0,137	40,6	40,6	1,14	0	0	0
n.º 8	2,38	6,2	5,0	—	100,0	—	24,0	64,6	1,48	0	0	0
n.º 16	1,19	8,6	7,0	—	100,0	—	18,1	82,7	1,55	1,8	1,8	0,13
n.º 30	0,59	12,3	10,0	—	100,0	—	15,9	98,6	1,96	18,1	19,9	1,81
n.º 50	0,297	17,2	13,0	—	100,0	—	0,5	99,1	0,09	71,1	91,0	9,25
n.º 100	0,149	24,6	20,0	—	100,0	—	0,5	99,6	0,12	8,6	99,6	1,72
pó							0,4			0,4		
Módulos de finura					$M_I = 7,70$			$M_{II} = 4,85$			$M_a = 2,12$	
Água de molhagem total, em percentagem do peso da brita e da areia						$A_I = 0,91\ \%$			$A_{II} = 6,34\ \%$			$A_a = 12,91\ \%$

cúbico. Suponhamos que todo o inerte apresenta um peso específico igual a 2650 kg/m³.

Então, o peso do inerte, I, por m³ de betão é dado pela expressão:

$$I = \frac{I}{2650} + \frac{C}{3100} + A + V_v \ .$$

Tomando $C = 300$ kg, $V_v = 0{,}015$ e $A = A_m + 0{,}26\,C$ que é expressa em litros, a expressão anterior reduz-se a

$$I = \frac{I}{2650} + 0{,}0968 + (A_m + 0{,}26 \times 300) \times 10^{-3} + 0{,}015. \qquad (\beta)$$

Os valores das águas de molhagem indicados no quadro IIA permitem determinar A_m, água de molhagem do inerte. Com efeito, sendo a composição do inerte a indicada em (α), as águas de molhagem são respectivamente:

água de molhagem da brita I no betão:

$$0{,}56 \times 0{,}91\ \% = 0{,}51\ \%$$

água de molhagem da brita II no betão:

$$0{,}225 \times 6{,}34\ \% = 1{,}43\ \%$$

água de molhagem da areia no betão:

$$0{,}215 \times 12{,}91\ \% = 2{,}78\ \%$$

água de molhagem da totalidade do inerte:

$$A_m = 4{,}72\ \%$$

Este valor substituído em (β) permite obter uma equação em I

$$I = \frac{I}{2650} + 0{,}0968 + (0{,}0472\ I + 78) \times 10^{-3} + 0{,}015,$$

a qual resolvida dá:

$$I = 1910 \text{ kg} .$$

Para evitar este trabalho, uma vez obtida a água de molhagem do inerte

$$A_m = 0{,}0472$$

a fig. 17 permite determinar o valor de I, que é 1910 kg.

A água de amassadura é:

$$A = 0{,}0472 \times 1910 + 0{,}26 \times 300 = 168 \text{ litros.}$$

A composição do betão por metro cúbico é pois:

brita I	1070 kg
brita II	430 kg
areia	410 kg
cimento	300 kg
água	168 l.

APÊNDICE III

Composições aconselháveis para os betões da região de Lisboa

Na região de Lisboa dispõe-se de inertes britados constituídos por calcáreos subcristalinos e por areias naturais provenientes geralmente de areeiros existententes nos limites da cidade (zona do Campo Grande, Aeroporto e Areeiro).

Estas areias apresentam uma granulometria mais ou menos regular, com cerca de 70 a 80 % de partículas compreendidas entre 2,5 mm e 0,3 mm. Tais areias podem ser consideradas como tendo uma dimensão máxima de 2,5 mm.

As britas são vendidas no comércio com várias dimensões e granulometrias. No entanto, numa primeira aproximação, podem-se classificar nas categorias indicadas no quadro III A, no qual figuram também as características médias das britas e das areias: máxima e mínima dimensão, módulos de finura, águas de molhagem e baridades sem apiloamento.

Com estes dados podem-se determinar composições de betões segundo diferentes granulometrias como por exemplo de Faury e de Fuller.

Tais composições figuram nos quadros III B e III C, para betão armado e para betão simples, respectivamente. Em itálico estão indicadas as percentagens em peso da totalidade do inerte. Em caracteres redondos estão indicados os pesos de inerte para obter betões com 300 kg de cimento por metro cúbico. As quantidades de água indicadas são referidas à totalidade dos inertes rigorosamente secos.

QUADRO IIIA

Características médias dos inertes da região de Lisboa

Características		Designação comercial mais corrente					
		Meio cascalho	Murraça n.º 2	Murraça n.º 1	Granito n.º 2	Granito n.º 1 ou miuçalha	Areia
Dimensões dos inertes	Máximas *mm*	50,8	38,1	25,4	19,1	9,5	2,38
	Máximas *peneiros A. S. T. M.*	2"	1 "1/2	1"	3/4"	3/8"	n.º 8
	Mínimas *mm*	19,1	12,7	9,5	4,76	1,19	0,149
	Mínimas *peneiros A. S. T. M.*	3/4"	1/2"	3/8"	n.º 4	n.º 16	n.º 100
Módulos de finura		8,30	7,60	7,30	6,60	5,40	3,00
Água de molhagem, % do peso do inerte		0,4	0,9	1,3	2,0	4,6	10,6
Baridades aproximadas dos inertes secos, sem apiloamento, kg/m³		1300	1300	1300	1300	1350	1450

QUADRO III B

Composições aconselháveis para betão armado de 300 kg de cimento por metro cúbico de betão, com inertes da região de Lisboa (granulometria de Faury, fig. 15)

Máxima dimensão do inerte que compõe o betão mm		Meio cascalho	Murraça n.º 2	Murraça n.º 1	Granito n.º 2	Granito n.º 1 (miuçalha)	Areia	*Água de molhagem, % do peso total de inerte* Água de amassadura l/m³	Resistência provável do betão de 300 kg/m³ a 28 dias kg/cm²
50	%	*35*	—	*18*	—	*18*	*29*	*4,37*	320 a 370
	kg/m³	675	—	345	—	345	560	160	
	%	*35*	—	—	*15*	*20*	*30*	*4,54*	
	kg/m³	670	—	—	290	385	575	165	
	%	*28*	*14*	*7*	—	*20*	*31*	*4,54*	
	kg/m³	540	270	135	—	385	595	165	
	%	*31*	*16*	—	*15*	—	*38*	*4,57*	
	kg/m³	595	310	—	290	—	730	165	
	%	*40*	—	—	*20*	—	*40*	*4,79*	
	kg/m³	765	—	—	380	—	765	170	
38	%	*40*	*40*	*10*	—	*20*	*30*	*4,59*	290 a 340
	kg/m³	770	770	190	—	385	580	165	
	%	*40*	*40*	*10*	*10*	—	*40*	*4,93*	
	kg/m³	760	760	190	190	—	760	170	
	%	*40*	*40*	—	*20*	—	*40*	*4,98*	
	kg/m³	760	760	—	380	—	760	170	
	%	*35*	*35*	—	*10*	*20*	*35*	*5,14*	
	kg/m³	660	660	—	190	380	665	175	
	%	*45*	*45*	—	—	*17*	*38*	*5,28*	
	kg/m³	850	850	—	—	320	720	175	
25	%		*55*	*55*	—	—	*45*	*5,47*	260 a 310
	kg/m³		1030	1030	—	—	845	180	
	%		*34*	*34*	*10*	*16*	*40*	*5,59*	
	kg/m³		640	640	190	300	750	180	
	%		*40*	*40*	—	*20*	*40*	*5,65*	
	kg/m³		750	750	—	375	750	185	
	%		*30*	*30*	*25*	—	*45*	*5,69*	
	kg/m³		565	565	470	—	845	185	
19	%			*55*	*55*	—	*45*	*5,88*	240 a 280
	kg/m³			1030	1030	—	840	185	
	%			*40*	*40*	*20*	*40*	*5,95*	
	kg/m³			745	745	370	745	185	
	%			*51*	*51*	—	*49*	*6,23*	
	kg/m³			940	940	—	900	190	
	%			*21*	*21*	*39*	*40*	*6,43*	
	kg/m³			385	385	715	730	195	

Observações. — Em caracteres itálicos figuram as composições dos betões em percentagem da totalidade do inerte seco. Em caracteres redondos figuram os pesos em quilos de inerte por metro cúbico de betão no caso deste ter 300 kg de cimento por metro cúbico.

As quantidades de água de amassadura indicadas estão referidas aos materiais rigorosamente secos

QUADRO III C

Composições aconselháveis para betão simples ou fracamente armado de 300 kg de cimento por metro cúbico de betão, com inertes da região de Lisboa (granulometria de Fuller, fig. 12)

Máxima dimensão do inerte que compõe o betão mm		Meio cascalho	Murraça n.º 2	Murraça n.º 1	Granito n.º 2	Granito n.º 1 (miuçalha)	Areia	*Agua de molhagem, % do peso total de inerte* Água de amassadura l m³	Resistência provável do betão de 300 kg/m³ a 28 dias kg/cm²
50	%	*22*	*22*	—	*30*	—	*26*	*3,64*	380 a 400
	kg/m³	435	430	—	590	—	510	145	
	%	*42*	—	—	*16*	*20*	*22*	*3,75*	
	kg/m³	825	—	—	315	390	430	150	
	%	*45*	—	—	*26*	—	*29*	*3,76*	
	kg/m³	880	—	—	510	—	570	150	
	%	*30*	—	*35*	—	*15*	*25*	*3,93*	
	kg/m³	585	—	685	—	290	490	155	
38	%	*35*	—	*18*	*25*	*22*	*4,15*	340 a 360	
	kg/m³	680	—	350	485	425	155		
	%	*34*	—	*34*	—	*32*	*4,23*		
	kg/m³	655	—	655	—	620	160		
	%	*34*	*33*	—	—	*33*	*4,24*		
	kg/m³	645	640	—	—	640	160		
	%	*25*	*25*	—	*25*	*25*	*4,34*		
	kg/m³	480	480	—	480	480	160		
25	%		*47*	—	*20*	*33*	*5,03*	290 a 310	
	kg/m³		890	—	380	625	175		
	%		*30*	*30*	—	*40*	*5,24*		
	kg/m³		570	570	—	760	175		
19	%			*31*	*35*	*34*	*5,83*	260 a 280	
	kg/m³			580	655	635	185		
	%			*51*	—	*49*	*6,23*		
	kg/m³			940	—	900	190		

Observações. — Em caracteres itálicos figuram as composições dos betões em percentagem da totalidade do inerte seco. Em caracteres redondos figuram os pesos em quilos de inerte por metro cúbico de betão no caso deste ter 300 kg de cimento por metro cúbico.

As quantidades de água de amassadura indicadas estão referidas aos materiais rigorosamente secos.

As percentagens indicadas em itálico servem para o cálculo de qualquer betão que não tenha a dosagem de 300 kg/m³. Para betões mais ricos que 300 kg/m³ devem escolher-se, de preferência, as primeiras composições indicadas para cada máxima dimensão do inerte; para betões menos ricos que 300 kg/m³ devem escolher-se as composições indicadas em último lugar para as diferentes máximas dimensões do inerte.

Por exemplo, deseja-se calcular um betão de 250 kg/m³, e dispõe-se de um meio cascalho, duma murraça n.º 2, dum granito n.º 2 e duma areia. O quadro III B indica que a composição centesimal de um tal betão deve ser:

meio cascalho	31 %
murraça n.º 2	16 %
granito n.º 2	15 %
areia	38 %.

A água de molhagem deste betão é de 4,57 % do peso de inerte. A fig. 17 dá para a dosagem de 250 kg/m³ e para esta água de molhagem o peso de 1990 kg de inerte por metro cúbico de betão. A composição do betão é portanto:

meio cascalho	620 kg
murraça n.º 2	315 kg
granito n.º 2	300 kg

areia 755 kg
água $0{,}0457 \times 1990 + 0{,}26 \times 250 = 156$ l
cimento 250 kg.

É evidente que as composições aqui indicadas servem não só para os materiais de Lisboa, mas também para quaisquer outros que apresentem os mesmos módulos de finura.

Para obter as composições dos betões em volume de inerte basta dividir os pesos pela baridade. É sempre conveniente proceder à determinação da baridade dos inertes, pois as que figuram no quadro III A representam valores médios, podendo cometer-se erros importantes se se não tomar um valor exacto da baridade.

Com estes materiais é impossível conseguir verdadeiras granulometrias descontínuas. Para isso é necessário dispor de inertes com granulometrias menos extensas do que aquelas com que normalmente aparecem no mercado.

Sensibilidade destes betões à quantidade de água e à humidade da areia. — Em média deve notar-se que para estes materiais a uma variação de 3 litros de água por metro cúbico de betão corresponde uma variação de 10 kg/cm² na resistência dos betões a 28 dias.

Como a quantidade de areia do betão anda entre 550 e 900 kg por metro cúbico, fàcilmente se verifica que se a areia tiver uns 2 % de humidade, e se ela não for tomada em conta, introduzem-se uns 11 a 18 litros de água por metro cúbico de betão o que faz baixar a resistência de 30 a 60 kg/cm², conforme a quantidade de areia do betão. Isto mostra bem como é necessário ter em atenção a humidade da areia se se quiser obter valores uniformes da resistência.

APÊNDICE IV

Séries de peneiros

Há dois tipos de peneiros: de malha quadrada (constituídos por dois feixes de fios paralelos, ortogonais) de abertura livre d_1, e de furo circular (constituídos por chapa furada) de diâmetro d_2.

Admite-se, em geral, que a abertura da malha d_1 é equivalente ao furo de diâmetro $d_2 = 1{,}25\ d_1$.

Os principais países têm normalizados os peneiros que devem ser utilizados para a análise granulométrica dos inertes.

Pràticamente, para executar a análise granulométrica dum inerte, não é necessário utilizar a série completa dos peneiros normalizados.

As séries que se utilizam mais comodamente nas aplicações são as de progressão geométrica de razão igual a 2.

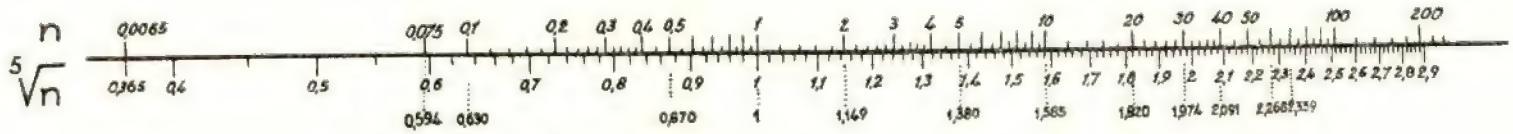
Na tabela seguinte estão indicadas as listas dos peneiros mais importantes que obedecem a esta regra, normalizados pelos Estados Unidos, Grã-Bretanha, França e Alemanha.

Abertura dos peneiros normalmente usados nas análises granulométricas dos inertes

Série americana (A. S. T. M.)		Série inglesa (B. S.)		Série francesa (AFNOR)		Série alemã (DIN)	
Abertura ou n.º dos peneiros (número de malhas por polegada linear)	Abertura da malha mm	Abertura ou n.º dos peneiros (número de malhas por polegada linear)	Abertura da malha mm	Diâmetro do furo circular mm	Abertura da malha quadrada mm	Diâmetro do furo circular mm	Abertura da malha quadrada mm
3"	76,2	3"	76,20	50		50	
1" 1/2	38,1	1" 1/2	38,10	25		30	
3/4"	19,1	3/4"	19,05	12,5		15	
3/8"	9,52	3/8"	9,52	6,3		7	
n.º 4	4,76	3/16"	4,76	3,15		3	
n.º 8	2,38	n.º 7	2,411	1,60		1	
n.º 16	1,19	n.º 14	1,204	0,80			0,200
n.º 30	0,59	n.º 25	0,599		0,400		0,100
n.º 50	0,297	n.º 52	0,295		0,200		0,075
n.º 100	0,149	n.º 100	0,152		0,100		
n.º 200	0,074	n.º 200	0,076				

APÊNDICE V

Valor da raiz quinta dos números *



* Do livro «Le béton», de Faury, Anexo IV, p. 166

BIBLIOGRAFIA

(1) Reynolds, «Concrete Construction», Conc. Pub. Limited, London, 1945, p. 52.

(2) Report of the Joint Committee on standard specifications for concrete and reinforced concrete, «Recomended practice and standard specifications for concrete and reinforced concrete», Ed. Am. Conc. Inst, Julho 1948.

(3) Whitey and Aston, «Johnson's Materials of construction», 8.ª Ed., John Wiley and Sons Inc., 1939, p. 420.

(4) «Concrete manual», U. S. Dep. Int., Bureau of Reclamation, 5.ª Ed., Denver, Colorado, Set. 1949, p. 63.

(5) Kleinlogel, «Influences on concrete», Fred. Ungar Pub. Co., New York, 1950, p. 110.

(6) British Standards Specifications, «Coarse and Fine Aggregates from natural sources for concrete», B. S. 882: 1944.

(7) Duriez, «Traité de Matériaux de Construction», Tomo I, p. 376, Ed. Dunod, 1950.

(8) «Conditions spéciales pour l'éxécution du béton», n.º 105.
«Normes concernant le calcul, l'éxécution et l'entretien des constructions métalliques et des constructions en béton armé», n.º 112. Société Suisse des Ingénieurs et Architectes, Zurich.

(9) Normes françaises, «Agrégats pour bétons de construction», N. F. — P. 18.301.

(10) Normes françaises, «Eau de gâchage pour bétons de construction», N. F. — P. 18.303.

(11) Anstett, «Dictionnaire du ciment et de ses divers emplois», Ed. Eyrolles, 1941.

(12) Walsh, «How to make good Concrete», Ed. Concrete Pub. Limited, London, 1939.

(13) Bendel, «Les éléments de la fabrication du béton», Ed. P. Rouge, Lausanne, 1938.

(14) Saliger, «Der Eisenbeton», Alf. Kröner Verlag, Leipzig, 1933, p. 15.

(15) Abrams, «Design of concrete mixtures», *Struct. Mat Res. Lab.*, Lewis Inst., *Bul.n.º 1*, Chicago 1918; Idem., *Proc. Am. Conc. Inst.*, 1931, p. 1330.

(16) «Design and Control of concrete mixtures», Published by Portland Cement Association, Chicago, 1948.
ACI Committee 613, «Proposed recommended practice for the design of concrete mixes», *Proc. Am. Conc. Inst.*, Vol. XL, 1944, p. 93.

(17) Wynn and Andrews, «Modern Methods of concrete making», Conc. Pub. Limited, London, 1944.

(18) Collins, «Proportioning concrete for strength and workability», *Conc. and Const. Eng.*, Oct. 1939

(19) Max Jacobson, «Technique des Travaux», Tome 1er., Ed. Béranger, Paris, 1948, p 205.

(20) Vallette, «Composition des bétons. Mise au point de la question», *An. Inst. Tech. Bat. Trav. Pub.*, n.º 66, Março-Abril 1949, Série Béton. Béton armé, n.º 6.

(21) Goded, «Un aspect du problème de la granulation des bétons», *Bull. Tech. Suisse Romande*, 10 Set. 1949.

(22) Campus, «La composition des bétons», *Rev. Univ. Mines*, 94º Ano, 9.ª série, tomo VII, n.º 2, Fev. 1951, p. 41.

(23) Ros, «Die Festigkeit des Mörtels und des Betons», *Diskussionsbericht* n.º 7, Eidgenössische Materialprüfungsanstalt, Zürich, Dez. 1952.

(24) L'Hermite et Tournon, «La vibration du béton frais», *An. Inst. Tech. Bat. Trav. Publ.*, n.º 11, Fev. 1948, Série Béton. Béton Armé, n.º 1, p. 29.

(25) Ros, «Einfluss des Zusatzes von Plastiment auf die bautechnischen Eigenschaften des Betons», Bericht n.º 144, Eidgenössische Materialprüfungsanstalt, Zürich, Set. 1943.

(26) L'Hermite, «Nouveaux procédés de traitement du béton», *An. Inst. Tech. Bat. Trav. Publ.*, n.º 180, Março-Abril 1951, Série Béton. Béton armé, n.º 17.

(27) Joisel, «L'Homogénéité du béton et les bétonnières», *An. Inst. Tech. Bat. Trav. Publ.*, n.º 69, Março-Abril 1949, Série Matériel de Chantier, n.º 3.

(28) Joisel, «L'Homogénéité du béton et les betonnières, II. Essais de bétonnières à tambour basculant», *An. Inst. Tech. Bat. Trav. Publ.*, n.º 169, Jan. 1951, Série Matériel de Chantier, n.º 5.

(29) Faury, «Le béton», Ed. Dunod, Paris, 1944.

(30) Duriez, «Les adjuvants du béton: plastifiants, entraineurs d'air et produits colloïdaux. Conditions d'emploi», *An. Inst. Tech. Bat. Trav Publ.*, 6ème Année, n.º 66, Série Béton. Béton armé, n.º 23.

(31) L'Hermite, «La résistance du béton et sa mesure», *An. Inst. Tech. Bat. Trav. Publ.*, n.º 62, Fev. 1949, Série Béton. Béton armé, n.º 5.

(32) L'Hermite, «La résistance du béton et sa mesure», *An. Inst. Tech. Bat. Trav. Publ.*, n.º 114, Janeiro 1950, Série Béton. Béton armé, n.º 12.

(33) Prot, «Méthodes modernes d'essais des matériaux», *An. Inst. Tech. Bat. Trav. Publ.*, n.º 156, Nov. 1950, Série Essais et Mesures, n.º 17.

(34) L'Hermite, «Étude statistique des bétons de chantier», *C. R. Rech. Eff. durant l'année 1939*, Lab. Bat. Trav. Publ., Paris.

(35) Stanton Walker, «Application of theory of probability to design of concrete for strength specifications», Nat. Ready-Mixed Conc. Assoc., 14 th Ann. Meet. (Jan. 1944).

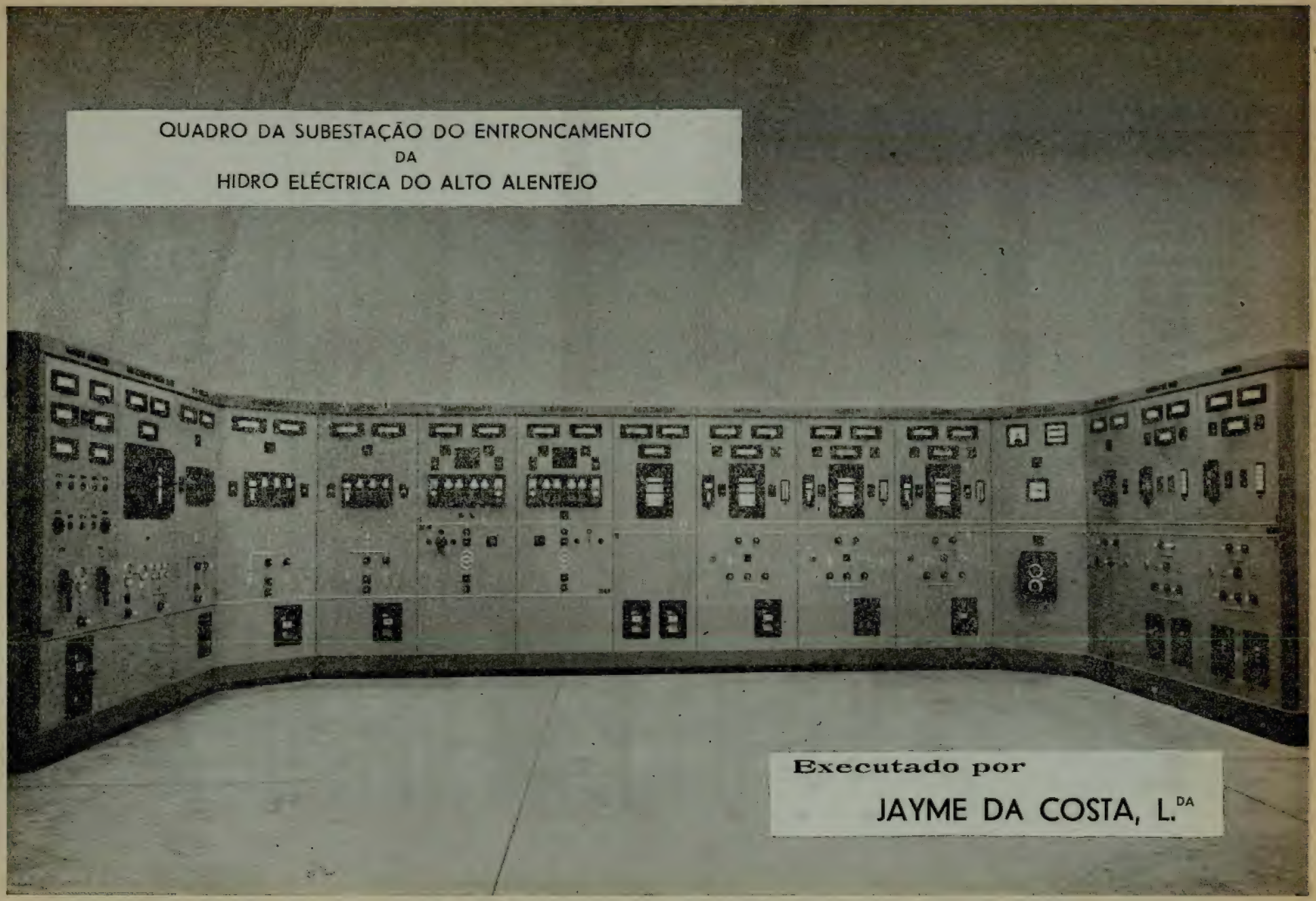
(36) Sparkes and Smith, «The concrete road: a review of present day knowledge and practice with some reference to the use of stabilized bases», *J. Inst. Civil Eng.*, 27 Fev. 1945, p. 3.

(37) «Mass concrete investigations», U. S. Dep. Int, Bureau of Reclamation, *Boulder Canyon Project, Final Reports*, Part VII, Cement and concrete investigations, Bull. n.º 4, Denver, Colorado. 1949.

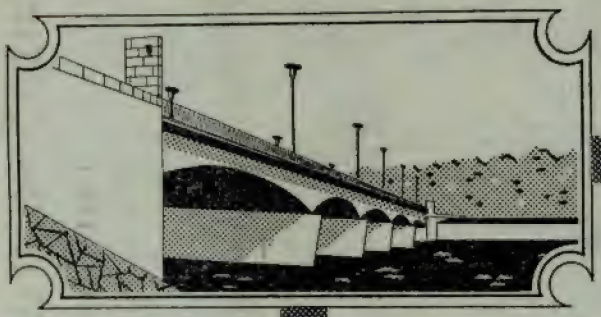
(38) Ruettgers, Vidal and Wing, «An investigation of the permeability of mass concrete with particular reference to Boulder dam», *Proc. Am. Conc. Inst.*, vol. 31, 1935, p. 382.

6.º Congresso da Associação Internacional de Pesquisas Hidráulicas

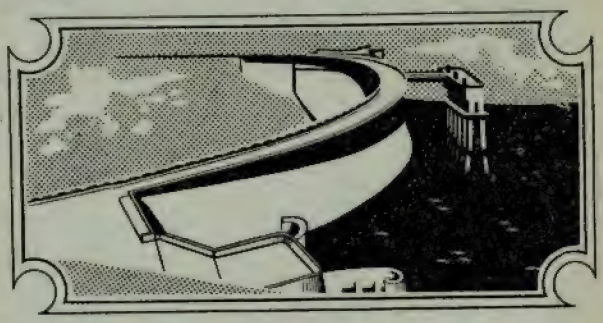
Informamos os nossos leitores que a Direcção-Geral dos Serviços Hidráulicos se encontra habilitada a prestar todos os esclarecimentos necessários sobre o referido congresso, que se realiza em Haia (Holanda), de 31 de Agosto a 6 de Setembro do corrente ano.


QUADRO DA SUBESTAÇÃO DO ENTRONCAMENTO
DA
HIDRO ELÉCTRICA DO ALTO ALENTEJO
Executado por
JAYME DA COSTA, L.DA

Contribuindo para o
PROGRESSO NACIONAL



- PONTE DE S.TA CLARA COIMBRA
- BARRAGEM DO CABRIL
- AERODROMO DE MONTE REAL



MARCOS ETERNOS DE UMA VONTADE, DE UM IDEAL E DE UMA FORÇA, NOVAS REALIZAÇÕES VÃO SURGINDO — UMAS APÓS OUTRAS — EM VIVO TESTEMUNHO DO NOTÁVEL PROGRESSO NACIONAL!

OS SEUS ESFORÇADOS OBREIROS — DIGNIFICANDO A CLASSE CONSTRUCTORA — SABEM MATERIALIZAR OS TRABALHOS PLANEADOS SEM ESQUECER QUE O BOM ÊXITO DEPENDE, PRINCIPALMENTE, DO IMPECÁVEL FUNCIONAMENTO DAS PODEROSAS MÁQUINAS E VIATURAS POR ELES UTILIZADAS.

ASSIM O COMPREENDERAM OS EXECUTORES DESTAS IMPORTANTES OBRAS PÚBLICAS PREFERINDO, CONFIADAMENTE, ENTRE OS MELHORES, OS AFAMADOS

PRODUTOS Sonap

C. D. 535.5:543.79:546.3

REVISÃO DE MÉTODOS POLAROGRÁFICOS DE DOSAGEM DE CATIÕES (*)

PELA ENG.ª QUÍM.-IND. (I. S. T.) MARIA TERESA ÁGUAS DA SILVA
Laboratório de Química dos C. E. E. N. (I. S.T.) — — Instituto de Alta Cultura

IV — GERMÂNIO

Introdução

I. M. Kolthoff [1] cita os trabalhos de Latimer [2] que fez a seguinte determinação, muito aproximada, dos potenciais normais de algumas reacções do germânio:

$$O_2Ge + 4H^+ + 2e \rightleftarrows Ge^{--} + 2OH_2 \qquad Eo \simeq -0{,}2V$$

$$GeO_3H^- + OH_2 + 2e \rightleftarrows GeO\,H^- + 2OH^- \qquad Eo \simeq -1{,}4V$$

$$O_2Ge + 4H^+ + 4e \rightleftarrows Ge + 2OH_2 \qquad Eo \simeq -0{,}3V$$

$$GeO_3H^- + 2OH_2 + 4e \rightleftarrows Ge + 2OH^- \qquad Eo \simeq -1{,}2V$$

$$Ge^{++} + 2e \rightleftarrows Ge^{o} \qquad Eo \simeq -0{,}4V$$

Os valores de E_0 são dados em relação ao E.N.H.

Latimer conclui também que o Ge (IV) em meio ácido passa a Ge (II) e só depois a Ge (0), ao passo que em meio alcalino passa directamente de Ge (IV) a Ge (0).

Segundo Österud e Prytz [3] as soluções de Cl_4Ge em ClO_4H diluido (meio ácido) sofrem a redução em dois patamares.

Alimarin e Ivanov-Emin [4] não encontram ondas de redução para o Ge (IV), em meio ácido ou alcalino, nem em soluções contendo fluoreto ou oxalato. Porém, conseguem em ClH 6N uma onda de redução para Ge (II), obtida por redução química do Ge (IV), em que elementos como arsénio, chumbo e estanho não interferem.

Como todos estes trabalhos não se ajustassem ao fim prático que tínhamos em vista, e além disso, nos eram de difícil consulta, resolvemos seguir a orientação de Das Gupta e Nair [5].

Das Gupta e Nair estudaram as curvas do Ge (IV) em soluções contendo $ClNH_4$ (0,02 a 1M), OHN_4 (0,1 a 0,5M) e gelatina (0,005 a 0,05 %), e procuraram qual a concentração de cada um dos produtos que oferecia melhores condições para a obtenção da onda do germânio. Verificaram também qual a influência do pH sobre a forma da curva.

Tentámos dosear o germânio por este processo utilizando a solução fundamental que dava curvas mais regulares a Das Gupta. Encontrámos uma onda polarográfica (fig. 1) com $E_{1/2} = -1{,}76V$ (E.S.C.), mas não muito bem definida.

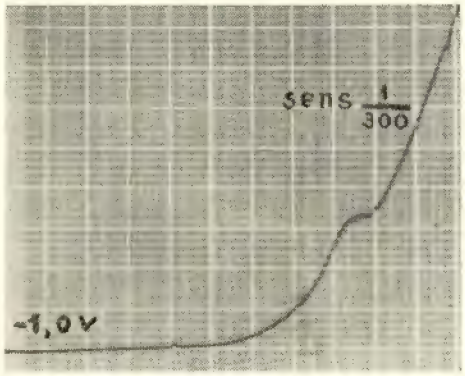


Fig. 1 — Polarograma obtido em $ClNH_4$ 0,5 M, $OHNH_4$ 0,5 M e gelatina 0,04 % de 72,6 μg de germânio.

P. Valenta e P. Zuman [6] discordam das conclusões de Das Gupta e Nair, pois admitem que a 1.ª onda é devida à fixação de 4 electrões, ao passo que a 2.ª onda, que para certos valores de pH apresenta um máximo, é de natureza catalítica. Admitem que a melhor concentração para trabalhar neste meio é de NH_3 0,1N e $ClNH_4$ 0,1N para uma concentração em germânio menor que 3×10^{-5}M.

Indicam também que é possível obter ondas bem definidas para Ge (IV) numa solução

* M. T. A. Silva — *Técnica* 235: 41 — 1953.
— Ibid 249: 287— 1955.

0,1M do sal dissódico do ácido etilenodiamina tetra-acético, a um pH entre 6 e 8, para concentrações de germânio da ordem dos 5×10^{-4}M, não havendo interferência do zinco, nem do arsénio (III).

Acabámos por adoptar esta última solução, pois as curvas obtidas eram de fácil leitura e reprodução, tendo modificado um pouco as condições de ensaio e a concentração da solução fundamental.

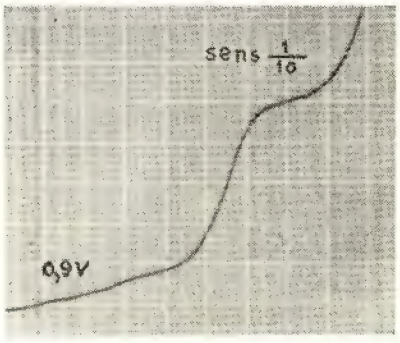


Fig. 2 — Curva corresponvente a 43,56 μg de germânio em complexona III 0,1 M e 6,43 mg de azul de timol por litro

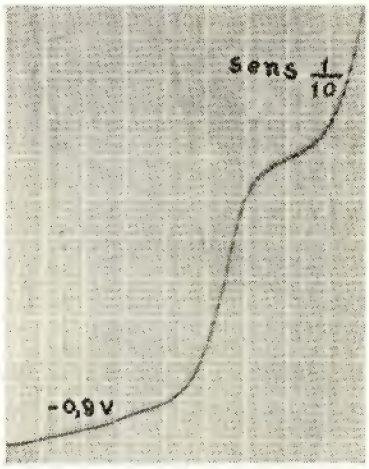


Fig. 3 — Polarograma de 65,34 μg de germânio em complexona III 0,1 M e 6,43 mg de azul de timol por litro

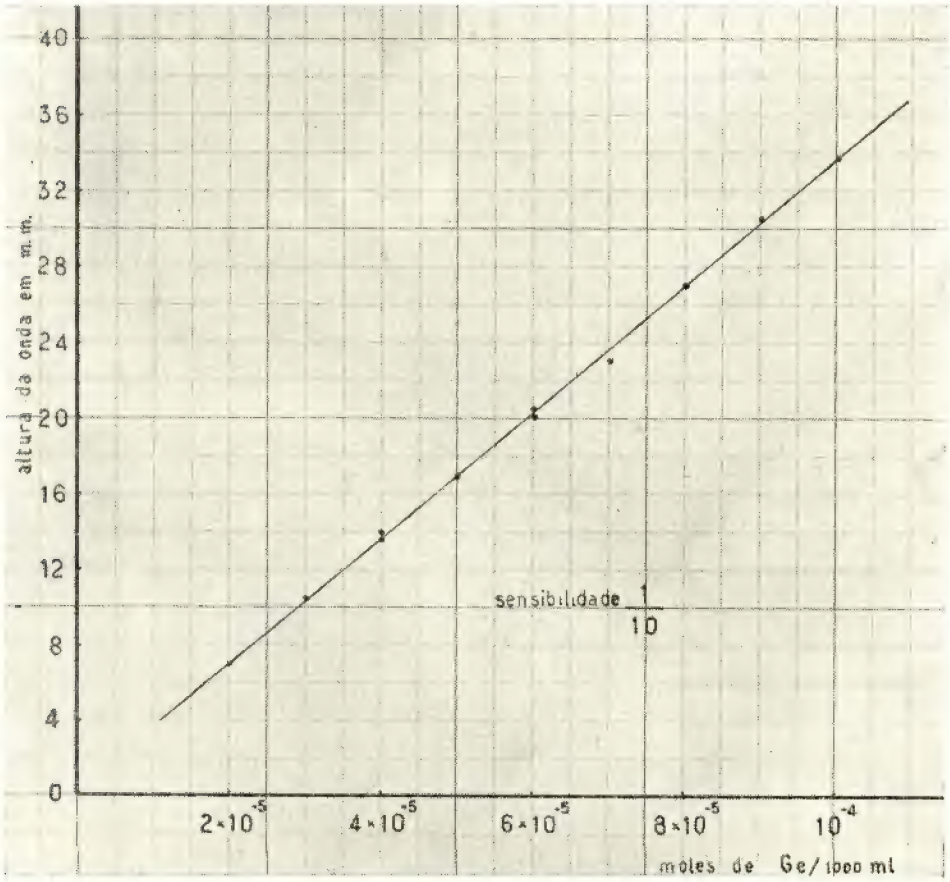


Gráfico 1 — Curva padrão na região dos 7,26 a 72,6 μg de germânio

Condições Experimentais

Usámos o método polarográfico das curvas padrão.

As condições de trabalho foram:

eléctrodo de referência	E.S.C.
amortecimento do galvanómetro	0
pH	7,6
temperatura	25° C
corrente de azoto.	10 minutos
velocidade de gotejamento. . . .	24 got./minuto

A solução fundamental tem a seguinte concentração:

complexona III . . .	0,1M
azul de timol	6,43 mg/l.

Realizaram-se ensaios para concentrações de germânio entre 2×10^{-5} a 4×10^{-4}M, trabalhando para um volume de 10 ml.

Partiu-se de O_2Ge prò-análise, pesou-se a quantidade devida e dissolveu-se directamente em água segundo a indicação de D. A. Everest [7].

A correcção do pH é feita com OHNa diluída.

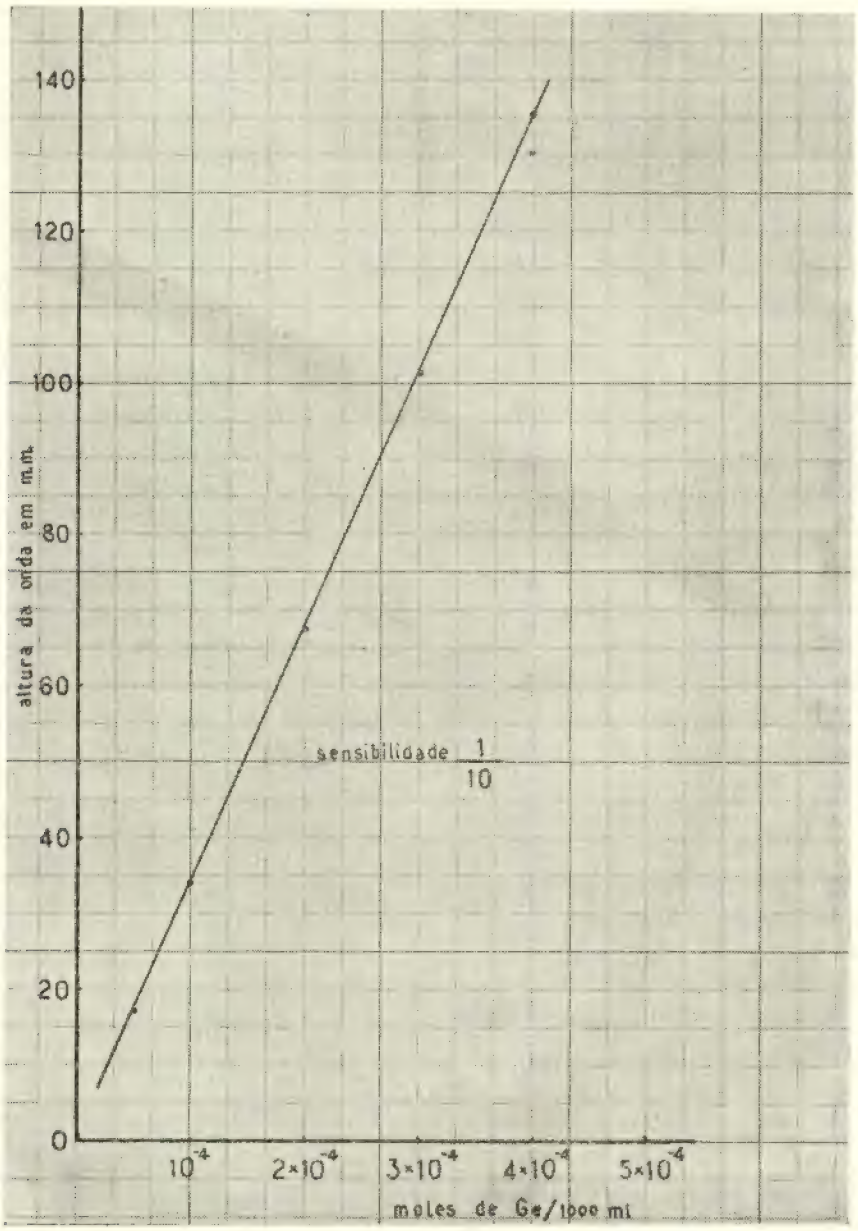


Gráfico 2 — Curva padrão do germânio na zona dos 72,6 μg a 0,36 mg de germânio

QUADRO I

Concentração de germânio moles/l	Altura da onda em mm		pH	$E_{1/2}$ Volt
	Sens. $\frac{1}{20}$	Sens. $\frac{1}{10}$		
2×10^{-5}	3,5	7	7,6	—1,45
3×10^{-5}	5,5	10,5	7,6	—1,45
4×10^{-5}	7	14	7,6	—1,45
4×10^{-5}	7	13,5	8	—1,47
5×10^{-5}	8,5	17	7,6	—1,45
5×10^{-5}	8,5	17	7,6	—1,45
6×10^{-5}	10	20,5	7,6	—1,45
6×10^{-5}	10,2	20,5	7,6	—1,45
7×10^{-5}	11,5	23	7,6	—1,48 (?)
8×10^{-5}	13,5	27	7,6	—1,45
9×10^{-5}	15,2	30,5	7,6	—1,45
10^{-4}	16,8	33,8	7,6	—1,45
10^{-4}	16,5	33,5	7,6	—1,45
2×10^{-4}	33,5	67,5	7,6	—1,45
3×10^{-4}	50,5	–	7,6	—1,45
4×10^{-4}	101	–	7,6	—1,45

Conclusão

Por este processo obtivemos curvas bem definidas (fig. 2 e 3) e de fácil leitura, pois os dois ramos da curva são quase paralelos.

A onda obtida deve ser devida à passagem de Ge (IV) a Ge (0), pois segundo as indicações que encontrámos, em meio alcalino dá-se esta transformação. Será esta a explicação para a grande altura da onda, ou então a formação dum complexo. Nada podemos afirmar, porque não foi feita a determinação do número de electrões que provocam a redução.

O potencial de onda média da curva obtida é de —1,45 V em relação ao E.S.C.

Verificámos que existe proporcionalidade entre a corrente de difusão e a concentração de germânio (quadro I) e traçámos nos gráficos 1 e 2 as curvas padrão obtidas para diferentes concentrações de germânio.

Assim será possível, em qualquer momento, dosear o germânio desde que trabalhemos com a mesma solução fundamental e em idênticas condições físicas. Uma vez obtido o polarograma e determinada a sua altura de onda, ràpidamente se encontra no gráfico a respectiva concentração em germânio.

Lisboa, Novembro de 1954.

BIBLIOGRAFIA

(1) — I. M. Kolthoff e J. J. Lingane
Polarography (2.ª edição) — pág. 522

(2) — W. M. Latimer
Oxidation Potentials — Prentice Hall, New York — pág. 135 (1938)

(3) — T. Österud e M. Pritz
Arch. Math. Naturvidenskab — 47,73 (1943)

(4) — I. P. Alimarin e B. N. Ivanov-Emin
J. Applied Chem. (U. S. S. R.) — 17,204 (1944)

(5) — A. K. Das Gupta e C. K. N. Nair
Anal. Chim. Acta — 9,3,287 (1953)

(6) — P. Valenta e P. Zuman
Anal. Chim. Acta — 10,6,591 (1954)

(7) — D. A. Everest
J. Chem. Soc. (L) — 7,2438 (1954)

V — ZIRCÓNIO

Introdução

Lanbengayer e Eaton [1] estudaram polarogràficamente o comportamento de Cl_2OZr em ClK 0,1N. Investigaram soluções em que o pH variava de 2 a 5, corrigindo-o com ClH ou OHNa. Para soluções de Cl_2OZr 0,001M encontraram a onda de redução do zircónio antes da do hidrogénio a um potencial de onda média de —1,65 V (E.S.C.). Nós obtivemos esta onda (fig. 4) mas com um máximo, pelo que resolvemos não seguir este método para dosear o zircónio.

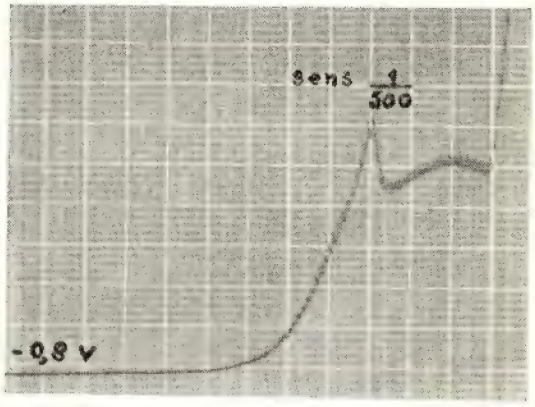


Fig. 4 — Polarograma de 0,92 μg de O_2Zr em ClK 0,1 N, empregando azul de bromo fenol como indicador de pH (3)

Colichman e Ludewig [2], para vencerem as dificuldades que surgiam na polarografia do zircónio em meio aquoso, trabalharam em metanol. Essas dificuldades são fundamentalmente a sua grande facilidade em hidrolizar-se e o aparecimento simultâneo da onda de hidrogénio e de zircónio.

Seguindo este método vamos encontrar ondas bem definidas para concentrações de $5{,}18 \times 10^{-8}$ a $25{,}9 \times 10^{-8}$ M de Zr.

De início trabalhámos em relação ao E.S.C., mas as ondas não apresentavam aspecto regular, quer por se dar a passagem de água para a solução de metanol (pela ponte de agar-agar, ou pelo próprio E.S.C.), quer por se evaporar o metanol, provocando arrefecimento no contacto com o E.S.C. e cristalização de ClK nessa zona.

Para evitarmos este inconveniente passámos a trabalhar em relação a um eléctrodo de mercúrio, fazendo contacto na parte inferior do vaso da electrólise.

Os valores dos potenciais de onda média obtidos, foram corrigidos em relação ao E.S.C.

Reagentes

Metanol — provém de uma embalagem Merck pro-análise e não foi purificado.

ClLi — provém de uma embalagem Backer e Adamson pro-análise e não se purificou.

Cl.OZr — obteve-se a partir dum nitrato de zirnilo e purificou-se segundo Falinski [3]: A solução ligeiramente sulfúrica sofreu dez precipitações e dissoluções sucescom $OHNH_4$ 1:1 e ClH 1:1. O soluto obtido da última dissolução em ClH concentado foi filtrado e levado à secura. Ao produto obtido juntou-se ClH concentrado e formou-se uma massa xaporosa que se dissolveu completamente a quente. Por esta solução apresentar uma cor amarelada (provàvelmente presença de ferro), fizeram-se sucessivas extracções de ferro com ClH saturado de éter, num balão de decantação.

Uma vez terminada a extracção do ferro, perfez-se um volume fixo e doseou-se o zircónio na forma de O_2Zr.

Fez-se uma toma desta solução que foi levada à secura, adicionou-se-lhe umas gotas de ClH e dissolveu-se em metanol.

Técnica

Utilizou-se o método polarográfico das curvas padrão.

As condições experimentais em que se realizaram os ensaios foram:

eléctrodo de referência	E.Hg
amortecimento do galvanómetro	0
pH	5 a 5,4
temperatura	25° C
corrente de azoto	10 minutos
velocidade de gotejamento . .	24 got./minuto

A solução fundamental é de ClLi 0,1M em metanol.

O zircónio emprega-se na forma de Cl_2OZr dissolvido em metanol (1ml $<>$ 0,14 μg O_2Zr) Trabalhou-se para um volume de 10ml.

QUADRO II

μg de O_2Zr	Altura da onda em mm		p H	$E_{1/2}$ Volt
	Sens. $\frac{1}{200}$	Sens. $\frac{1}{100}$		
0,034	5,5	11	5,5	— 1,2
0,07	11	22	5,4	— 1,23
0,07	11	22	5,4	— 1,23
0,14	22	44	5,3	— 1,24
0,14	22	44	5,3	— 1,24
0,21	33	66	5,2	— 1,25
0,21	33	66	5,2	— 1,25
0,245	38,5	77	5,2	— 1,26
0,28	44	88	5,1	— 1,26
0,28	44	88	5,1	— 1,26
0,35	54	110	5	— 1,27
0,35	54	110	5	— 1,27

Conclusão

Obtiveram-se curvas bem definidas e de fácil leitura (fig. 5), com potenciais de onda média de — 1,23 a — 1,27V, consoante o valor de pH.

A onda obtida deve ser devida à passagem do ião zircónio ao estado metálico.

zimos os valores encontrados a esta sensabilidade.

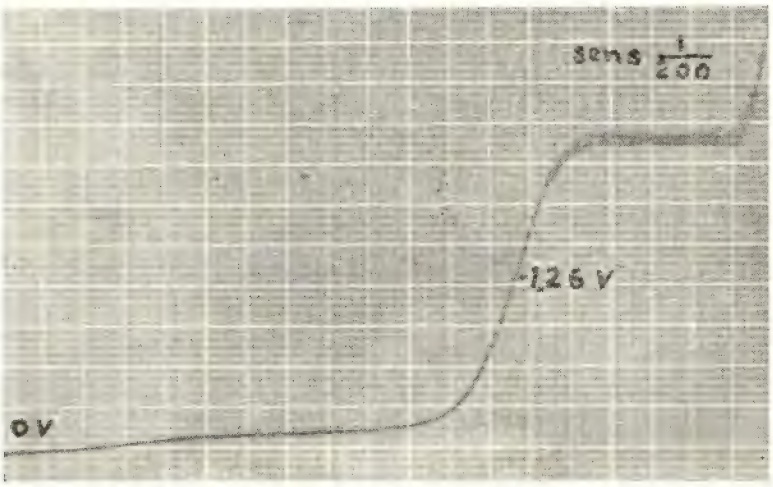


Fig. 5 — Onda de redução de 0,245 μg de O_2Zr em Cl Li 0,1 M, usando como dissolvente metanol

Estas curvas obtiveram-se para concentrações que oscilam entre 0,07 e 0,40 μg de O_2Zr (quadro II). Para concentrações menores que 0,07 μg de O.Zr a curva apresentou um máximo (fig. 6), e não é possível nestas condições para valores inferiores a 0,07 μg de O_2Zr dosear o zircónio.

Este processo de doseamento do zircónio polarogràficamente é muito eficaz, pois permite-nos determinar pequenas quantidades de zircónio, dada a grande diferença de alturas de ondas que surgem para pequenas variações da concentração.

Os inconvenientes do método são a grande dificuldade que existe em dissolver o Cl_2OZr no

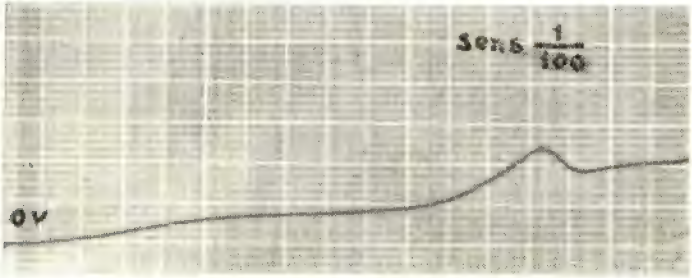


Fig. 6 — Polarograma de 0,034 μg de O_2Zr, sendo a solução fundamental de ClLi 0,1 M em metanol

Trabalhámos a diferentes sensibilidades pois o erro provocado no traçado geométrico das alturas das ondas, quando da medição destas, é assim mais compensado. Traçámos a curva padrão para a sensibilidade de 1/100 (gráfico 3). Para maiores concentrações de zircónio trabalhámos a sensibilidades mais baixas e redu-

metanol e a sua solução padrão se modificar na concentração em curto prazo de tempo por o metanol se evaporar fàcilmente.

* * *

Ao terminar a publicação dos trabalhos até

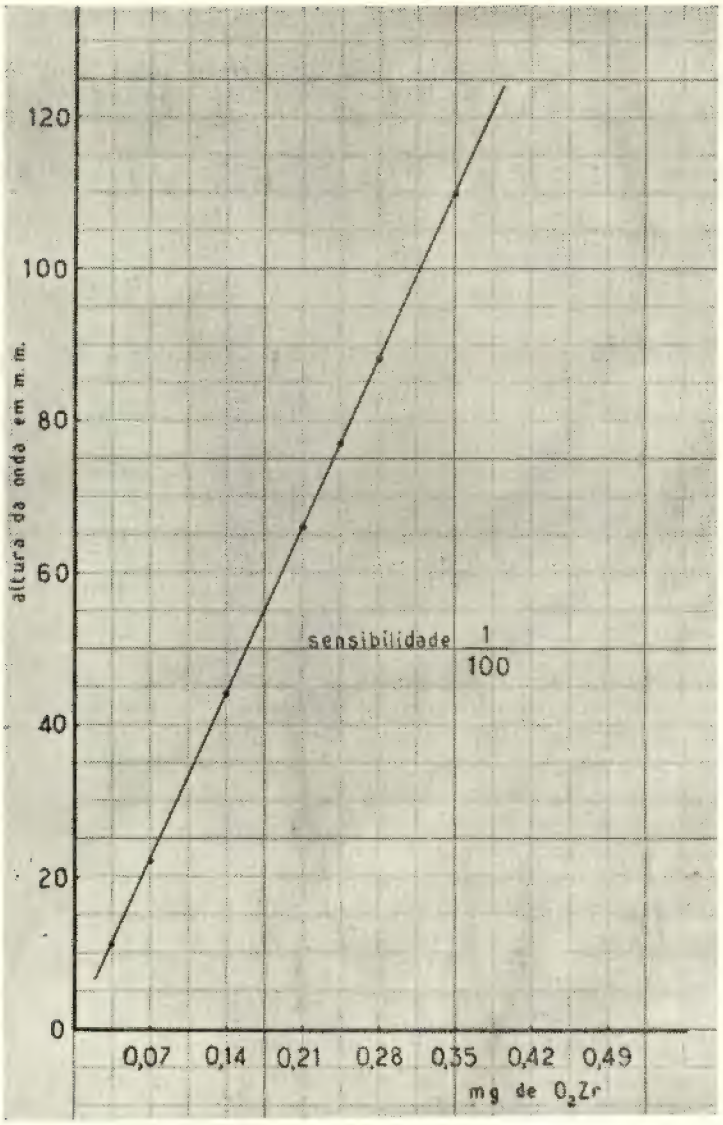


Gráfico 3 — Curva padrão do zircónio na zona dos 0,034 a μg a 0,50 μg de O_2 Zr

agora realizados, nesta série, quero agradecer ao Ex.mo Sr. Professor Herculano de Carvalho e à Ex.ma Sr.a Eng.a D. Isabel Gago a boa vontade com que me orientaram, forneceram ensinamentos e condições de trabalho. A isso devo a possibilidade da realização destes estudos.

Lisboa, Julho de 1954.

BIBLIOGRAFIA

(1) — A. W. Laubengayer e R. B. Eaton
J. Am. Chem. Soc. — *62*,2704 (1940)

(2) — E. L. Colichman e W. H. Ludewig
Anal. Chem. — *25*,12,1909 (1953)

(3) — M. Falinski
Ann. Chim. — *16*,11/12,237 (1941).

DO MUNDO TÉCNICO

REVISTA DAS REVISTAS

C. D. 621.43.06

Aproveitamentos dos gases de escape e sua influência na potência produzida pelos motores de combustão interna

Por T. J. Williams, M. Sc.

Esta comunicação, pela qual o autor recebeu o Prémio «Viscount Weir», foi lida numa reunião da Secção de South Wales da «Graduatés Section» da «Institution of Mechanical Engineers», em 24 de Agosto de 1953.

(«The Chartered Mechanical Engineer», volume 1, N.º 6)

Um exame do balanço térmico obtido de qualquer motor de combustão interna revelaria que uma considerável percentagem da energia total fornecida ao motor pelo combustível é perdida no sistema de escape.

A plena carga, este tipo de perda de energia seria da mesma ordem de grandeza do equivalente calorífico da potência indicada. Esta energia manifestar-se-ia não só na elevada temperatura dos gases de escape, mas também sob forma de pulsações de pressão ou de ondas caminhando ao longo de todo o sistema de escape produzindo, ao passar, acelerações e retardamentos das partículas do gás. Cerca de 10 % da energia do combustível está contida nas pulsações produzidas no sistema de escape dos motores de 2 tempos.

A energia calorífica dos gases poderia ser usada em caldeiras que utilizam o calor sensível para produzir vapor.

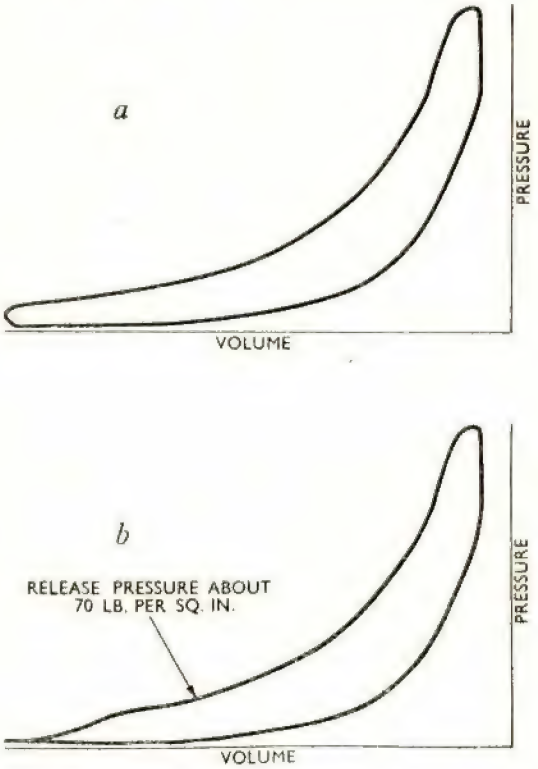
Nesta conferência, contudo, o autor trata de métodos de recuperação da energia dos gases de escape, o que contribui directamente para aumentar a energia mecânica produzida pela instalação.

Estes métodos podem ser considerados debaixo de dois pontos de vista:

1 — os que utilizam as pulsações de pressão para fazer a lavagem do cilindro motor — isto é para limpar o cilindro dos produtos de combustão.

2 — os que utilizam a potência duma turbina aproveitando os gases de escape.

Pressão final de expansão — A comparação dos diagramas de dois motores a 4 tempos e a 2 trabalhando em condições semelhantes (fig. 1) mostrará que a pressão final de expansão é maior no segundo caso (fig 1-b). Isto, é devido ao facto das válvulas ou canais de escape se abrirem a cerca de 70 % do passeio de volta no caso do motor a 2 tempos, resultando daí uma redução na taxa de expansão O valor médio da pressão final de expansão regula por cerca de 70 libras por polegada quadrada (pressão absoluta) e um pouco menos para o motor a 4 tempos.



a — Ciclo a 4 tempos *b* — Ciclo a 2 tempos

Fig. 1 — Diagramas típicos de motores Diesel

Afortunadamente o motor a 2 tempos está mais apto a utilizar as fortes pulsações no sistema de escape.

A pressão inicial de escape (final de expansão) pode ser reduzida apenas pelo aumento de volume do cilindro, solução não económica não só pelo aumento de peso como pelo de material. O projectista tem, portanto que se haver com uma contra-pressão apreciável. De facto, esta contra-pressão é muitas vezes aumentada deliberadamente de modo que a energia existente nos gases de escape possa ser utilizada com melhor rendimento fora do cilindro.

Lavagem e sobrealimentação dos motores de combustão interna — A potência produzida por um motor de combustão interna depende da quantidade de combustível que pode ser queimada no cilindro durante cada ciclo. Esta quantidade depende por sua vez da quantidade de oxigénio disponível no cilindro antes do começo da combustão. Para aumentar a quantidade de oxigénio disponível é necessário que o cilindro seja lavado dos produtos da combustão e também carregado com ar a uma maior densidade do que corresponde às condições atmosféricas.

O motor a quatro tempos aspira por si próprio, dedicando um dos passeios para evacuar os produtos da combustão e outro para aspirar a carga fresca. Apenas fica por lavar o espaço nocivo, que é muito pequeno nos motores Diesel. Nos casos em que existe um fornecimento suficiente de ar comprimido utilizável vale mesmo a pena lavar este pequeno volume, do que resulta um melhor arrefecimento das superfícies do cilindro e do êmbolo que estão mais expostas às elevadas temperaturas de combustão. As perdas na água de refrigeração são reduzidas e parte do calor de escape torna-se recuperável.

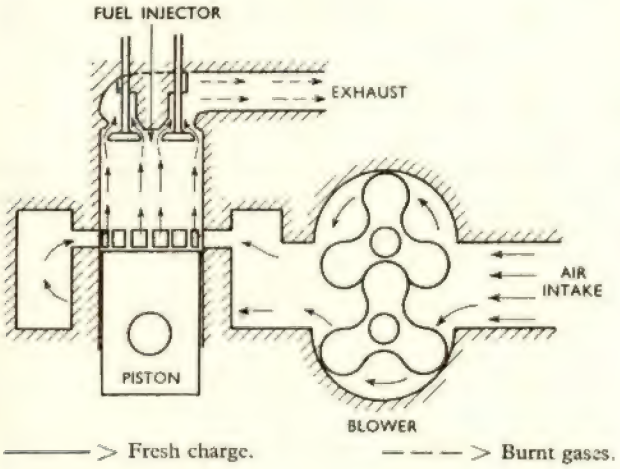


Fig. 2 — Mecanismo da lavagem num motor a 2 tempos

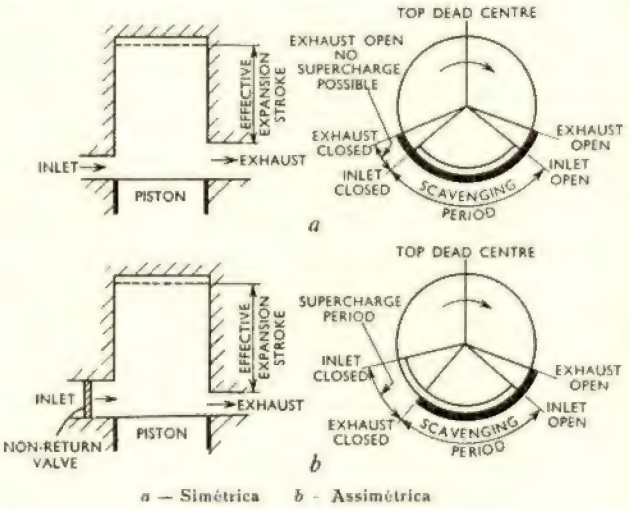
Os motores a dois tempos têm que ser completamente lavados pois que o volume do cilindro durante o escape varia entre 70 % e 100 % do volume total (Fig. 2).

É, portanto, necessário empregar certos meios, externos ao cilindro, para introduzir ar sobre pressão. Num cilindro bem concebido, o ar comprimido empurra os produtos da combustão à sua frente para as condutas de escape. Indubitàvelmente haverá tendência da carga fresca para se misturar com os gases queimados e perder-se no tubo de escape, pelo que, é geralmente necessário fornecer pelo menos 130 % do volume lavado para assegurar uma pureza de 90 % e mais.

Por esta razão o ciclo a dois tempos não é convenientemente aplicável no caso de motores com carburador, uma vez que uma lavagem completa envolveria a perda de combustível não queimado no escape. As possibilidades de injecção da gasolina não devem, no entanto, ser esquecidas.

É interessante notar que o tempo disponível para o escape, lavagem e admissão do motor a dois tempos é muito curto — cerca $\frac{1}{45}$ de segundo para um motor rodando a 900 r. p. m.

Sobrealimentação — Se a pressão da carga no instante em que a compressão começa é sensìvelmente superior à atmosférica diz-se que o motor é sobrealimentado. Para atingir tal fim é necessário um compressor de maior potência do que o que seria só para a lavagem atmosférica É também necessário que as válvulas de admissão fechem depois das de escape porque doutro modo se perderia a pressão de sobrealimentação. Isto é o que se passa sempre nos motores a 4 tempos, e pode-se fàcilmente arranjar um sistema equivalente nos motores a 2 tempos com válvulas de escape na cabeça do cilindro. No motor a dois tempos clássico, com lavagem em «loop», onde as janelas de admissão e escape na camisa do cilindro são descobertas pelo movimento do êmbolo, as janelas de escape são as primeiras a ser abertas e as últimas a ser fecha-



a — Simétrica *b* - Assimétrica

Fig. 3 — Lavagem

das. Deste modo qualquer sobrealimentação no cilindro seria perdida no sistema de escape (Fig. 3 a). Se, porém, se colocar uma válvula de «não retorno», nas condutas de admissão as janelas de admissão podem colocar-se mais acima do que as de escape. Embora as janelas de escape sejam as primeiras a ser des-

cobertas, a válvula impede a descarga dos gases do cilindro para as condutas de escape· Assim que a pressão reinante no cilindro tiver baixado o suficiente a válvula abre, admitindo a carga fresca, e permanece aberta até que as janelas de admissão sejam de novo tapadas, permitindo assim a sobrealimentação do cilindro. (Fig. 3 b).

Motores a gasolina — O grau de sobrealimentação que se pode permitir num motor a gasolina é limitado pela tendência do motor a detonar, particularmente quando se trata de altas taxas de compressão, quer dizer, com motores de grande rendimento. A sobrealimentação é, portanto, limitada quase inteiramente, aos campos de aplicação dos motores de aviação ou de carros de corrida, onde são usadas gasolinas com um elevado índice de octana, e onde são necessárias elevadas potências específicas. A sobrealimentação é essencial para os vôos a grande altitude.

Motores Diesel — Pelo contrário a sobrealimentação dos motores de combustão reduz a sua tendência para detonar, devido ao reduzido atrazo à inflamação nas altas pressões. Daqui resulta uma combustão mais completa. Por esta razão, os motores Diesel sobrealimentados são menos sensíveis ao número de ceteno do combustível o que permite a utilização de óleos mais pesados.

No sistema de compressão-ignição a pressão média efectiva aumenta, com a pressão de sobrealimentação, mais do que a pressão máxima. O rendimento mecânico, que é uma função da relação destas duas pressões, aumenta portanto. O consequente aumento de área do diagrama dado pelo indicador é benéfico na redução da tendência que a cambota tem para desenvolver oscilações de torsão.

O mecanismo do escape e a formação de pulsações — Quando as válvulas ou janelas de escape abrem, os gases quentes expandir-se-ão através da abertura e lançar-se-ão na tubagem de escape. Devido à saída do gás, a pressão no interior do cilindro baixará. Normalmente, a descarga inicial através das janelas de escape será sónica mas, mais tarde, estabelecer-se-á um escoamento subsónico. Depois da contracção da veia, os gases expandir-se-ão turbulentamente, preenchendo, por completo, a tubagem de escape. Formar-se-á uma onda de pressão no sistema de escape que se propagará com uma velocidade que vai variar ao longo dum período com a pressão. A zona frontal da onda deslocar-se-á à velocidade do som e a sua crista a uma velocidade supersónica.

No fim do período de escape do cilindro a pressão cairá até cerca da pressão atmosférica e formar-se-á uma onda de pressão no sistema de escape. A forma desta onda será dependente da pressão de escape e das características da válvula de escape. Esta forma mudará à medida que a onda se vai deslocando ao longo da tubagem de escape, devido às variações de secção da tubagem, ao efeito atenuado do atrito com as paredes, e à variação na velocidade de propagação, em vários pontos da onda, com a pressão. O último efeito pode resultar na frente da onda se tornar vertical, isto é, formar-se uma frente de choque.

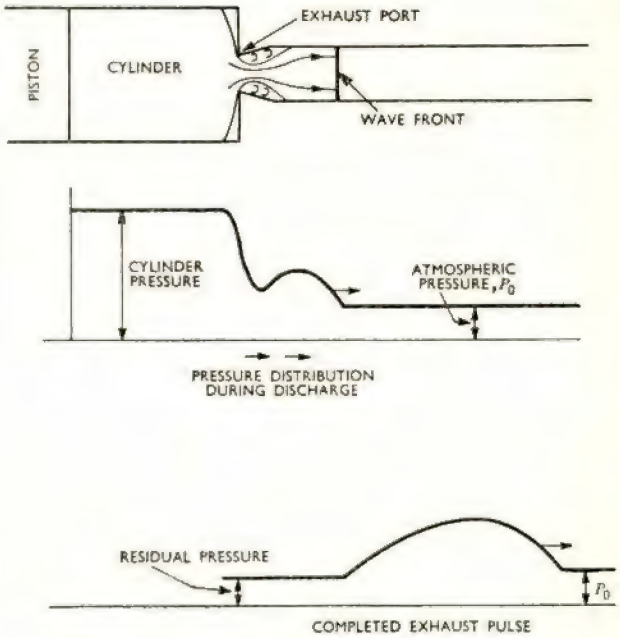


Fig. 4 — Formação das pulsações de escape

Embora a pulsação se propague com velocidades maiores do que a do som, as velocidades das partículas de gás são subsónicas. Portanto, depois dum curto intervalo de tempo a pulsação estará a influenciar os gases provenientes dos ciclos anteriores que se encontram na conduta de escape, à frente do que está presentemente a evacuar.

Ao atingir, quer uma súbita expansão, quer a saída da conduta, «a onda de pressão é reflectida para trás na conduta» sob a forma de onda de depressão (fig. 5). Da saída súbita dos gases de escape resulta uma depressão que se forma à saída do tubo e que se propaga para o seu interior. Quando a depressão atinge o cilindro, reflecte-se na parede e forma-se uma depressão instantânea de maior grandeza que a própria onda formada no cilindro. Deve-se notar que a natureza da pulsação troca a sua qualidade, isto é, passa de sobrepressão a rarefacção e vice-versa, numa reflexão provocada por uma saída de conduta, mas mantém-na se a reflexão for provocada por uma parede.

A depressão volta então à saída da conduta de onde é reflectida mais uma vez como onda de sobrepressão.

Sincronização das descargas de escape — A chegada ao cilindro da pulsação de rarefacção, vinda da saída da conduta, pode ajudar a lavagem do cilindro. A rarefacção não só aspira uma certa quantidade de produtos da combustão para a tubagem de escape, como também obriga uma maior quantidade de ar fresco a entrar no cilindro, visto que a queda de pressão através das janelas de admissão se torna maior·

No caso do motor a dois tempos interessa que as janelas de admissão não se fechem durante este período; caso contrário, o cilindro ficaria subalimentado.

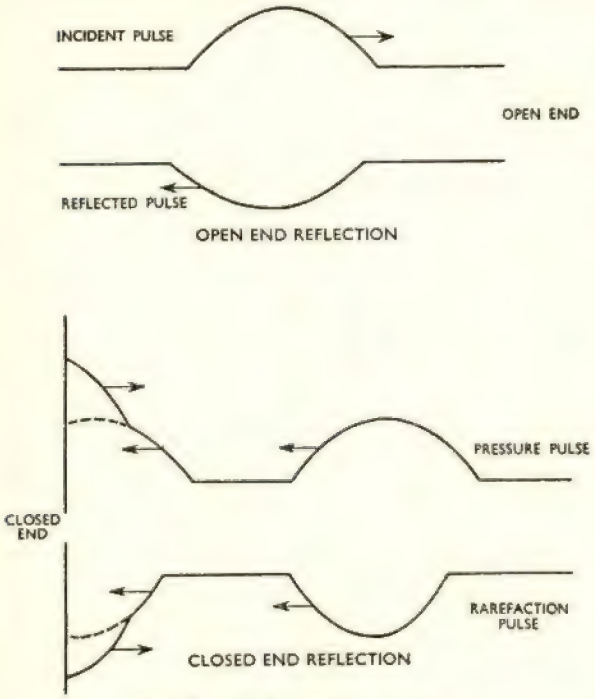
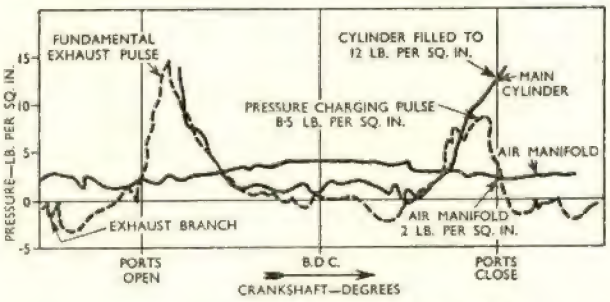


Fig. 5 — Reflexão da pulsação

Depois da pulsação se ter reflectido para fora do cilindro, a pressão aumentará, devido à entrada da restante carga e então poder-se-ão fechar os canais de admissão. Se o fecho dos canais de escape for atrazado em relação a êste, pode daí resultar ser o cilindro influenciado pelo retorno da onda de pressão reflectida, embora como se explicará no próximo parágrafo, a compressão causada pela pulsação de escape possa, em dadas circunstâncias, provocar um ganho na potência efectiva do motor. No caso dos motores policilíndricos, a pulsação de escape dum cilindro pode interferir com a lavagem dum dos restantes cilindros. Pode-se evitar isto quer aumentando o caminho percorrido pela onda de escape entre os dois cilindros, quer usando condutas de escape separadas para cada um deles.

Uma boa sincronização das descargas de escape pode resultar num aumento de 30 % de potência em relação à obtida em condições de má afinação. Os motores projectados para trabalhar a velocidade constante tiram benefício da boa sincronização em qualquer regime de carga. Em compensação, os motores de velocidade variável só o aproveitam acima de um certo número de rotações. O efeito da sincronização pode ser prejudicial a determinadas velocidades. Estes motores ficam melhor projectados com sistemas de escape «neutros», nos quais as pulsações de pressão são atenuadas ou, até, destruídas. Condutas de grande secção produzirão o mesmo efeito.

Sobrealimentação provocada pelas pulsações de escape — Se o cilindro foi bem lavado, os gases de escape na vizinhança dos respectivos canais contêm uma porção substancial da carga fresca. Uma razoável percentagem deste ar fresco, será empurrada, de novo, para dentro do cilindro, quer por uma onda de pressão reflectida, quer por uma pulsação proveniente doutro cilindro que interfira no escape deste; percentagem da carga fresca esta que seria, doutro modo, perdida. Conclui-se assim que o cilindro pode ser sobrealimentado pelas pulsações de escape. Os canais de escape e admissão devem ser, então, fechados aprisionando, assim, a carga.



(Courtesy of H. D. Carter)

Diâmetro 10 1/2 polegadas; curso $13\frac{1}{2}$ plg; 3 cilindros; 330 CV; diagrama tirado do cilindro n.º 1 com um oscilador de raio catódico.

Fig. 6 — Sobrealimentação por meio da pulsação de escape

Carter, em 1946, demonstrou o efeito da sobrealimentação por pulsações de escape num motor em funcionamento. Os diagramas do indicador (Fig. 6) foram obtidos no cilindro, nas condutas de escape e de admissão dum motor Diesel a 2 tempos empregando a alimentação por pulsações do escape. A pulsação fundamental de escape, a rarefacção reflectida e a onda de pressão causadora da alimentação são claramente visíveis. A pressão do cilindro no instante em que se fecham os canais mostra o diagrama ser de 12 lb/ sq .in: relativa, enquanto que a pressão do ar na conduta de admissão (air manifold) é apenas de 2 lb./ sq. in. relativa e a da onda que faz a carga (pressure charging pressure) 8 lb/ sq. in. relativa. Isto é devido à reflexão da pulsação nas paredes do cilindro. A pressão média efectiva ao freio obtida foi de 76 lb./ sq. in. a uma velocidade de 500 r. p. m., muito mais baixa do que o que seria de esperar com este grau de sobrealimentação. Deve-se isto, provàvelmente, ao facto da pressão indicada ser um valor instantâneo, e não constante, nas paredes do cilindro onde o indicador está colocado e ainda ao facto de não ser a carga readmitida 100 % pura. É, no entanto, um resultado impressionante para este tipo de motor.

O sistema de lavagem de Kadenacy — Kadenacy, um engenheiro francês, propôs certas modificações no projecto dum motor a 2 tempos, de modo a melhorar o rendimento de lavagem e assim o rendimento global. Estas propostas foram patenteadas e têm

sido aplicadas no projecto de alguns motores, segundo se afirma, com notáveis sucessos.

A exigência principal do motor Kadenacy é a rápida abertura duma válvula ou canal de escape de secção considerável, sendo o sistema de escape projectado de modo a provocar a mínima deflexão, e consequentemente, resistência, aos gases de escape quando abandonam o cilindro.

A concepção do processo de escape de Kadenacy tem sido objecto de muita controvérsia. Esta concepção afirma que quando a válvula de escape abre, há um curto intervalo antes que os gases saiam para o sistema de escape. Então o conjunto da massa de gás no cilindro começa a sair pelas janelas de escape com uma velocidade que se afirma ser maior do que a obtida por um escoamento adiabático através desses canais. Davis (em 1937 e 1940) e outros, concordaram com estas afirmações e pretenderam ter observado velocidades dos gases superiores a 5.000 ft por segundo nos canais de escape. Deve-se notar que a velocidade do som à temperatura dos gases ao atravessarem os canais de escape seria cerca de 2.500 ft por segundo.

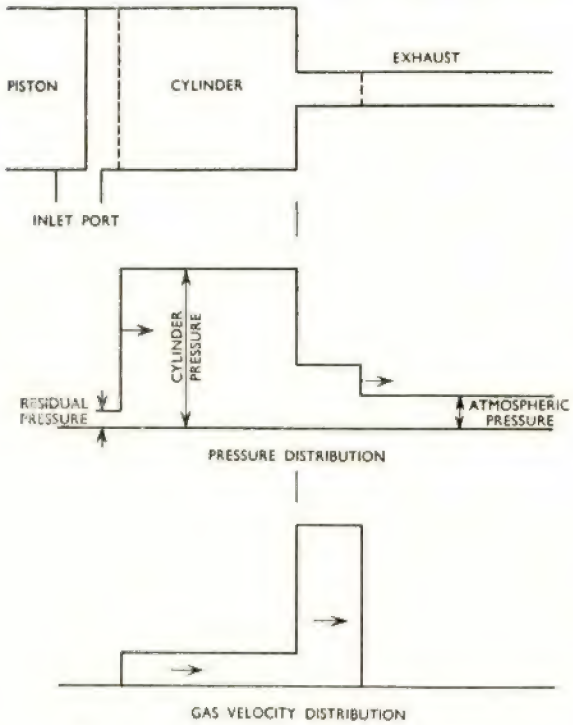


Fig. 7 — Descarga balística de Kadenacy

Afirma-se que o tipo de descarga chamado balístico deixa uma depressão no cilindro que, se os canais de admissão estiverem abertos depois dessa depressão estar atingida, provoca a entrada da carga fresca para dentro do cilindro. O motor irá ter uma boa lavagem sem necessidade de bomba.

Esta teoria implica que a depressão é criada pelo movimento dos gases que se escapam e não como consequência da acção da pulsação de escape, isto é, o escape apenas determina a duração da depressão. Portanto, formar-se-á uma depressão mesmo num cilindro que não tenha conduta de escape, ou seja um cilindro descarregando directamente para a atmosfera (Fig. 7).

Estas conclusões têm sido fortemente atacadas afirmando os seus opositores que o processo de descarga pode ser explicado em termos das leis aceites da termodinâmica e do escoamento de fluidos e negando a existência das altas velocidades que se pretendem ter observado ou, mesmo, de qualquer grande depressão formada no cilindro pelo movimento dos gases.

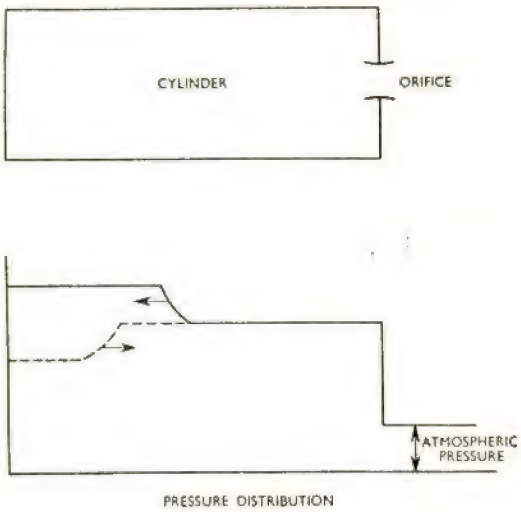


Fig. 8 — Cilindro fazendo a descarga para a atmosfera

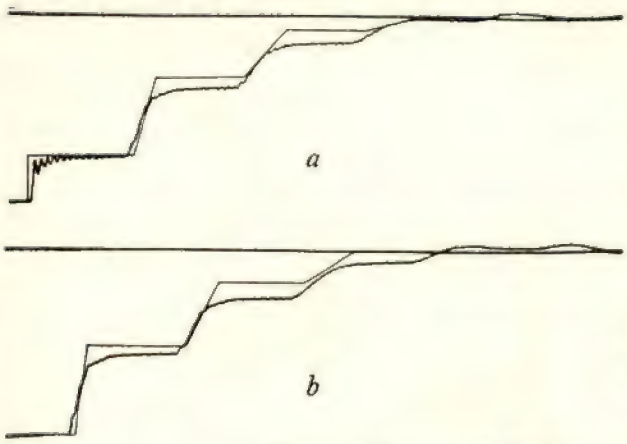
Giffen (1940) investigou teòricamente a descarga dum clindro directamente para a atmosfera.

Giffen admite que a válvula se abre com rapidez infinita, e que as leis de descarga são determinadas pela acção das ondas entre os canais de escape e a parede oposta do cilindro. Propagam-se ondas de rarefacção a partir do orifício, ondas essas que se reflectem na parede oposta do cilindro (Fig. 8).

Deste modo a pressão do cilindro cai em escada. Se a pressão máxima da última onda que abandona o orifício antes do fim da descarga é apenas levemente superior à da atmosfera a pressão reflectida ser-lhe-á inferior, produzindo portanto uma depressão transitória no cilindro.

Estas suposições foram confirmadas pelo trabalho de Bannister e Mucklow (Bannister and Mucklow 1948) sobre a descarga de um cilindro cheio de ar comprimido. O canal de escape estava, neste caso, selado por meio de uma membrana de celofane que se rasgava de repente. A existência de uma depressão transitória é claramente mostrada na figura 9. A pressão inicial relativa do cilindro é de 30 lb. por polegada quadrada. A descarga teórica está representada por linhas rectas.

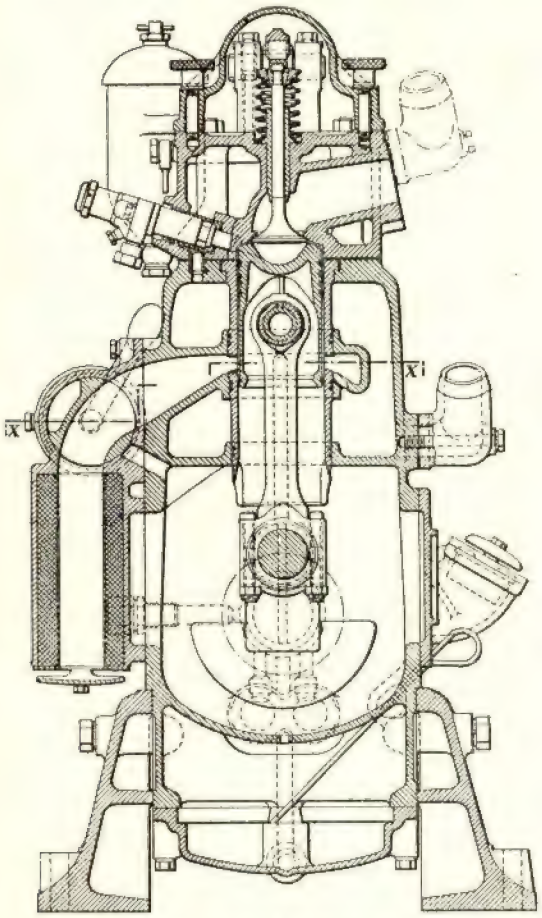
Contudo, nem a grandeza, nem a natureza da depressão que foi observada corresponde àquela que resultaria de uma descarga balística. No caso de um motor dsscarregando para uma conduta de escape, a depressão formada seria, provàvelmente, menor do que a observada por Bannister e Mucklow (Bannister



(Courtesy of Bannister and Mucklow)

a — Diagrama tirado à distância de 4 polegadas para o interior do recipiente.
b — Diagrama tirado à distância de 4 polegadas da base do recipiente. Recipiente com 4 pés de comprimento por 4 polegadas de diâmetro, orifício com 2 polegadas. A pressão cresce para baixo.

Fig. 9 — Descarga directa para a atmosfera



(Courtesy of *Engineering*)

Fig. 10 — Secção transversal do motor monocilíndrico Kadenacy

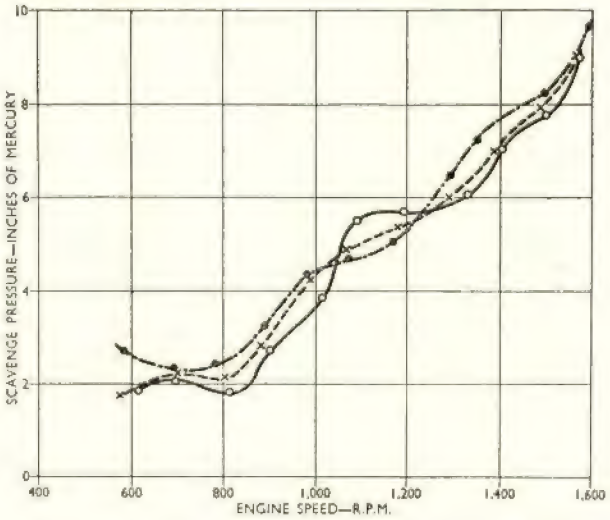
and Mucklow 1948) devido à presença de ondas de pressão na conduta de escape. Nem a investigação teórica nem a experimental, efectuadas com ar a temperaturas bastante inferiores às encontradas no escape do motor, podem ser olhadas como concludentes pelos adeptos da teoria da descarga balística. São indispensáveis investigações mais profundas sobre o escape de um motor real.

Todos concordam, no entanto, que os resultados publicados para motores projectados com as propostas de Kadenacy são notáveis, seja qual for a explicação. Por exemplo, um motor bicilíndrico Petter, projectado de novo de acordo com as recomendações de Kadenacy, mostrou depois desta modificação um aumento de 42,5 % na pressão média efectiva ao freio. O consumo específico foi reduzido sendo inferior a 0,4 lb. por cavalo-hora efectivo.

Embora o motor de Kadenacy deva trabalhar bem sem bomba de lavagem é interessante notar que todos os motores deste tipo que apareceram no mercado têm essa bomba aumentando, deste modo, o sistema de Kadenacy, a lavagem em vez de produzi-la.

A figura 10 mostra um corte transversal de um motor experimental de Kadenacy.

A figura 11 mostra a variação da pressão de lavagem com a velocidade e com a carga, para um motor de combustão interna. Num motor, no qual o efeito de



(Courtesy of Lovett Pennsylvania State Diesel Laboratory)

O $\frac{3}{4}$ da carga total × $\frac{1}{2}$ da carga tota • $\frac{1}{4}$ da carga total

Fig. 11 — Variação da pressão de lavagem com a velocidade e a carga

Kadenacy fosse forte, as curvas para $^1/_4$ $^1/_2$ $^3/_4$ da carga deviam ficar exactamente umas por baixo das outras. Quanto maior for a carga maior é a pulsação e mais baixa a pressão de lavagem devido ao maior rendimento da lavagem. Isto não se passa assim para o caso particular deste motor para o intervalo entre 1.000 a 1.200 r. p. m.

Turbinas de escape e turbo-compressores — A potência gerada por uma turbina utilizando os gases de escape tanto pode ser aproveitada directamente, ligando-a à cambota, como usada para mover um compressor ou bomba de sobrealimentação e deste modo, aumentar a potência efectiva indirectamente. No primeiro caso, como a velocidade angular da turbina é, geralmente, cerca de oito vezes maior que a da cambota, é necessário utilizar um redutor.

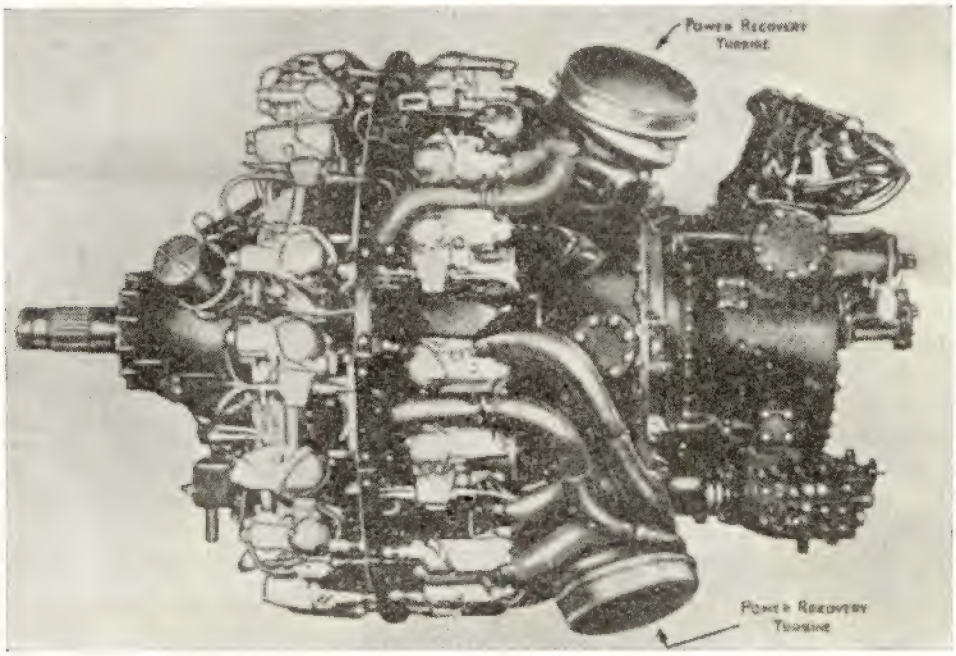
Os injectores e as palhetas da turbina ficam expostos às elevadas temperaturas dos gases de escape e, por isso, é necessário fabricá-los de ligas especiais termo-resistentes.

Este facto é particularmente notável nos motores de carburador ou a gasolina. Por esta razão são pouco usadas fora do campo de aplicação dos motores aeronáuticos onde a potência, e não a economia e duração de serviço, é fundamentalmente exigida.

Motores de carburador — As temperaturas de escape dos motores Diesel são muito mais baixas do que neste caso, devido à sua grande taxa de expansão (igual à taxa de compressão) e menor quantidade de ar utilizado (*). O campo de aplicação é, portanto, potencialmente mais vasto no caso dos motores Diesel.

(*) *Nota do tradutor* — Como é evidente, esta «menor quantidade de ar utilizado» pelo motor Diesel em comparação com o de explosão significa que a percentagem de ar realmente utilizado para a combustão, em relação ao ar total admitido, é menor no motor Diesel que no de explosão. Mais simplesmente, quer dizer que, no caso Diesel, o excesso de ar é maior.

As temperaturas de escape para este tipo de motores são altas e portanto, as palhetas da turbina terão que ser feitas de ligas resistentes ao calor. No entanto, as turbinas de escape têm sido largamente utilizadas em motores de avião, especialmente nos Estados Unidos. As turbinas serão, preferivelmente, do tipo de velocidade com o fim de diminuir ao máximo a contra-pressão de escape. A potência efectiva da turbina será usada quer através de redutores para a cambota, quer para um compressor de sobre-alimentação,



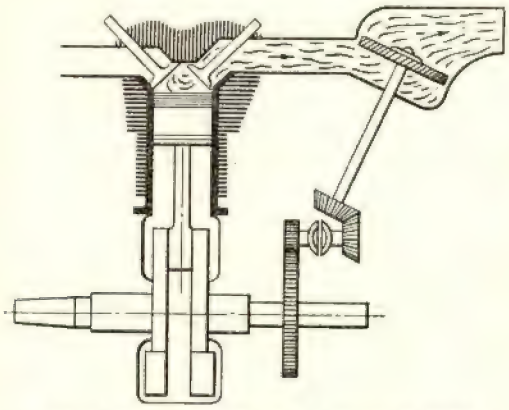
(Courtesy of «The Engineer»)

Fig. 12 — Motor de aviação radial com turbinas de recuperação dos gases de escape. Dezoito cilindros

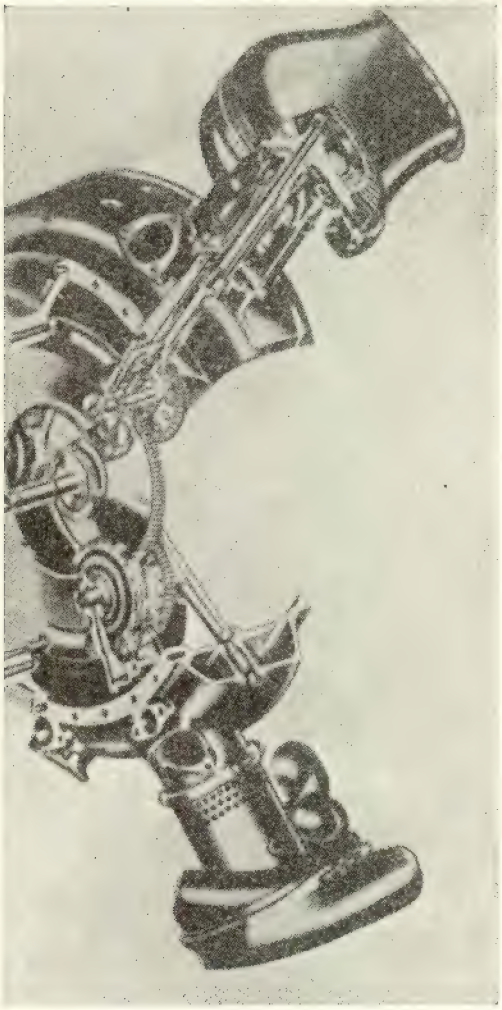
As figuras 12 e 13 mostram uma turbina de escape aplicada a motor de aviação, em estrela de 18 cilindros, fabricado para a «United States Navy». Existem ao todo, três turbinas cada uma delas alimentada pelos gases de escape de seis cilindros. A potência deste motor em regime de descolagem (take-off) é de 3250 H. P. mostrando um aumento de 20 % em relação ao motor correspondente sem turbinas de escape. O consumo foi diminuido de 15 a 20 % e, em 1950, afirmava-se ser este o motor de menor consumo específico de todos os motores de avião em produção. As temperaturas de escape eram da ordem dos 1500° F., o regime do motor era de 2000 r. p. m. e o da turbina de 16.000 r. p. m.

Motores Diesel a 4 tempos — Têm sido usados compressores movidos por turbinas de escape ou turbo-compressores nos motores Diesel a 4 tempos há já mais de 40 anos. Infelizmente, foi utilizado nas primeiras tentativas um grau de sobrealimentação muito elevado, resultando daí que os motores eram

incapazes de suportar os elevados esforços mecânicos e técnicos produzidos. Grandes progressos se têm



Turbina de recuperação dos gases de escape



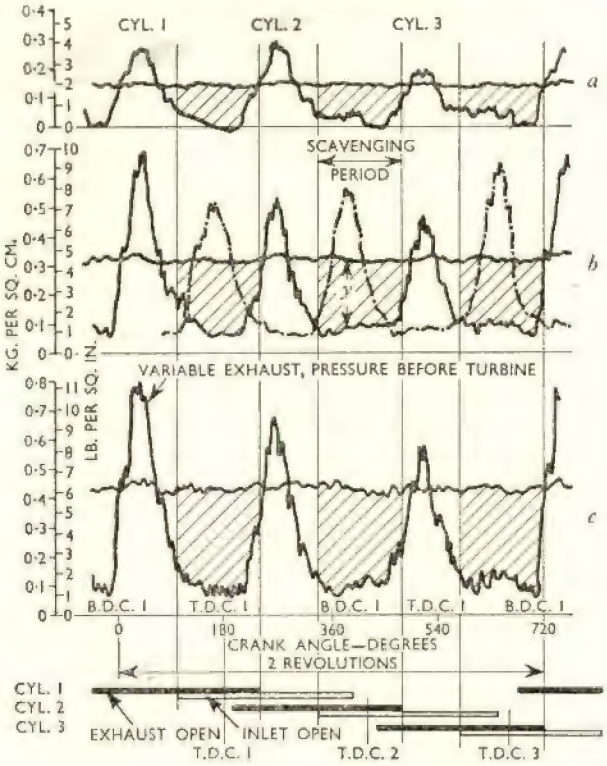
(Courtesy of «The Engineer»)

Transmissão da turbina

Fig. 13 — Sistema de recuperação de potência para o motor mostrado na fig. 12

feito desde 1936 e, hoje em dia, é cada vez maior o número de motores equipados com turbo compressores.

Nos primeiros tempos, usavam-se condutas de escape de grande capacidade antes da turbina, numa tentativa de manter a pressão dos gases, antes do distribuidor, constante. Isto tinha por resultado o escape do motor se fazer com uma grande contra-pressão. Devido aos baixos rendimentos da turbina e do compressor é necessário que a contra-pressão seja, pràticamente, tão grande, como a pressão final do compressor do que resulta não haver queda de pressão disponível para fazer a lavagem do cilindro. No entanto, foram obtidos por uma firma, em 1911, valores da pressão média efectiva de 200 lb por polegada quadrada. O consumo específico também melhorou.



(Courtesy of A. J. Büchi)

a) P. m. s, 56 kg/cm² *b*) P. m. e 905 kg/cm² *c*) P. m. e, 103 kg/cm²

Fig. 14 — Oscilação da pressão, para diferentes cargas, em duas tubagens de escape dum motor Diesel de 6 cilindros, com o turbo-compressor «Büchi»

Um engenheiro suíço desenvolveu um sistema turbo compressor no qual a lavagem dos cilindros era possível. Neste sistema auxilia-se a formação de pulsações no sistema de escape e evita-se a interferência de pulsações de diferentes cilindros separando as condutas de escape até junto do distribuidor da turbina. Um motor de 6 cilindros, por exemplo, necessitaria de duas condutas e um de oito cilindros exigiria quatro, de modo que o período de escape dos cilindros, descarregando para a mesma conduta, não se sobrepunha.

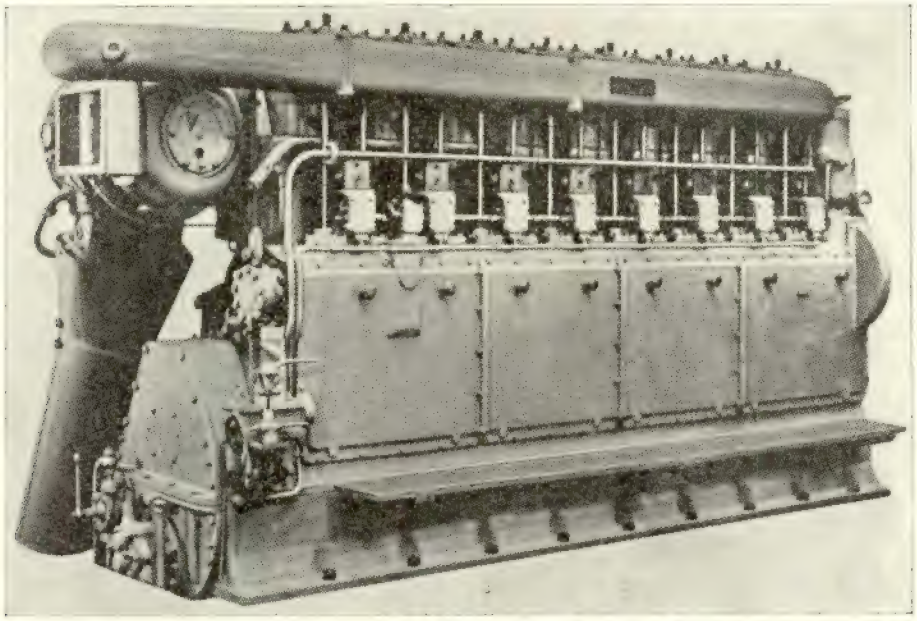
A figura 14 mostra a flutuação da pressão numa das

tação em altitude. As dimensões exteriores são as mesmas em ambos os casos.

Turbo-compressores de baixa pressão — O acréscimo de potência neste caso é de cerca de 50 %, podendo estes alimentadores ser adaptados a um motor projectado para trabalhar sem sobrealimentação em regimes sem sobrecarga. Serão necessárias certas modificações, tais como um aumento da capacidade da bomba de injecção de combustível para corresponder ao acréscimo de combustível exigido pela sobrealimentação e uma sobreposição na abertura das válvulas de modo a poder fazer-se a lavagem. A conducta de escape dos motores policilíndricos terá, também, que ser modificada.

cia mas é necessário ter motores projectados especialmente para resistir aos elevados esforços produzidos. Muitos fabricantes estão a desenvolver motores capazes de suportar estas pressões de admissão. Isto corresponde a dar ao motor a 4 tempos uma vantagem sobre o motor a 2 tempos no que respeita a peso, tamanho e custo.

A sobre-alimentação é particularmente vantajosa nas instalações a grande altitude. Um motor não sobre-alimentado teria, a uma altitude de 7000 ft, apenas 70 % da sua potência ao nível do mar. A sobre-alimentação a alta pressão poderia aumentar a sua potência ao nível do mar de 50 %. É, muitas vezes, conveniente arrefecer o ar fornecido pelo compressor antes de entrar no cilindro com o fim de aumentar a sua densidade.



(Courtesy of Brown Boveri)

Fig. 17 — Turbo-compressor montado num motor Diesel a 4 tempos, de 8 cilindros.

Muitas são as suas vantagens pois o seu peso e o espaço requerido para a sua montagem são menores. São necessários edifícios e fundações de menor importância no caso de motores estacionários. O consumo específico tem uma redução de cerca de 5 %. O equipamento de lubrificação é menor e o silenciador é pràticamente desnecessário.

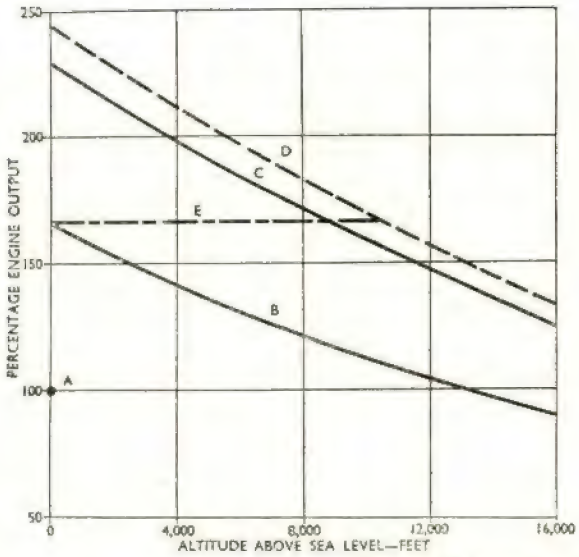
A baixas cargas, a velocidade da turbina e consequentemente as suas perdas são pequenas. As características de sobrecarga são excelentes pois um aumento de 20 % na carga, por exemplo, exige um acréscimo de 10 % no ar fornecido. Nem o motor teria falta de ar nem o escape deixaria de ser claro o que é sinónimo de combustão completa e eficiente.

Turbo compressores de alta pressão — Neste caso, é possível um aumento de 100 a 120 % de potên-

Mesmo com um compressor de baixa pressão, é possível obter, por este meio, um acréscimo de potência de 20 %.

A figura 18 mostra as potências que se podem obter a diferentes altitudes tomando como base 100, a potência ao nível do mar. A curva D corresponde à sobre-alimentação por alta pressão com arrefecimento de ar. A curva B corresponde a sobre-alimentação a baixa-pressão.

Sobre-alimentação de motores Diesel a dois tempos por intermédio de turbo-compressores — A sobre-alimentação de motores Diesel a 2 tempos está ainda na sua infância. Um motor a 2 tempos equipado com um turbo-compressor que fosse mecânicamente independente da cambota do motor não poderia arrancar pois que haveria uma insuficiência de



(Courtesy of Brown Boveri)

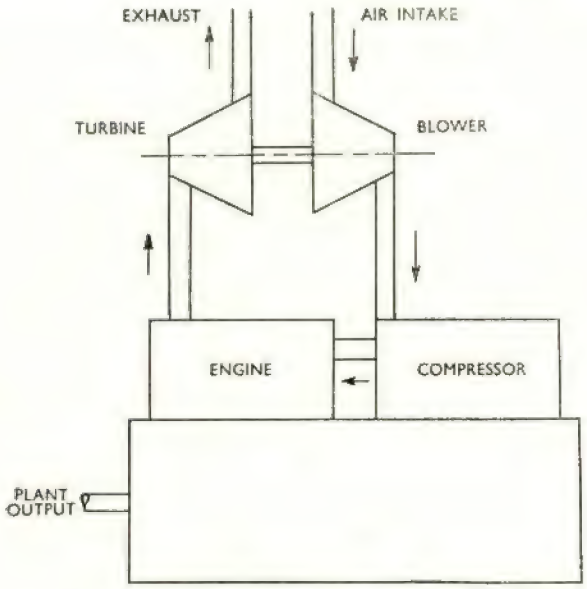
A — A Potência do motor não sobrealimentado ao nível do mar, 100 %. B — Sobrealimentação a baixa pressão. C — Sobrealimentação a alta pressão. D — Sobrealimentação à alta pressão com arrefecimento de ar. E — Potência limite do motor — trabalho constante.

Fig. 18 — Potências atingíveis por um motor Diesel a 4 tempos, sobrealimento, a várias altitudes.

ar de lavagem a baixas cargas. Esta dificuldade pode ser vencida quer tendo o compressor acoplado a um motor eléctrico que só serviria no arranque quer ligando o seu eixo à cambota.

No segundo caso há a desvantagem de ser a velocidade do compressor função da do motor e não da sua carga. As características em sobrecarga não são boas e há grandes perdas em cargas baixas. Uma terceira solução consiste em empregar um segundo compressor, ou bomba, movido pela cambota (Fig. 19) constituindo o turbo compressor o primeiro andar da compressão. A segunda bomba é, muitas vezes, do êmbolo e fornece a maior porção do ar de lavagem em cargas baixas e no arranque. À medida que a carga aumenta o turbo compressor vai tomando conta duma porção cada vez maior de ar.

A uma pressão de sobrealimentação de cerca de 2 atmosferas a potência da turbina é aproximadamente igual à potência de que o compressor necessita. Na figura 20 mostra-se a parte inferior dum diagrama teórico para um motor Diesel, a 2 tempos, sobre-alimentado juntamente com os diagramas, também teóricos, da turbina e do compressor. A potência real produzida pela turbina será um pouco menor do que a mostrada assim como a consumida pelo compressor será um pouco maior. Notar-se-á também que a pressão do do ar à saída do compressor é um pouco superior à pressão de entrada na turbina e que se fornece um excesso de ar com vista à lavagem. Este grau de sobre-alimentação produzirá uma pressão média efectiva de cerca de 170 lb. por polegada quadrada. Obtiveram-se valores desta ordem com um escape isento de fumos. Dever-se-á notar que os cilindros onde se emprega uma alta pressão de sobre-alimentação necessitam de maior volume nocivo do que os motores correspondentes não sobre-alimentados devido ao facto de, nos primeiros, parte da compressão do ar ser feita fora do cilindro.



1.º andar — Compressor movido pela turbina
2.º andar — Compressor movido pelo motor.

Fig. 19 — Sobrealimentação dum motor Diesel a 2 tempos, em 2 andares.

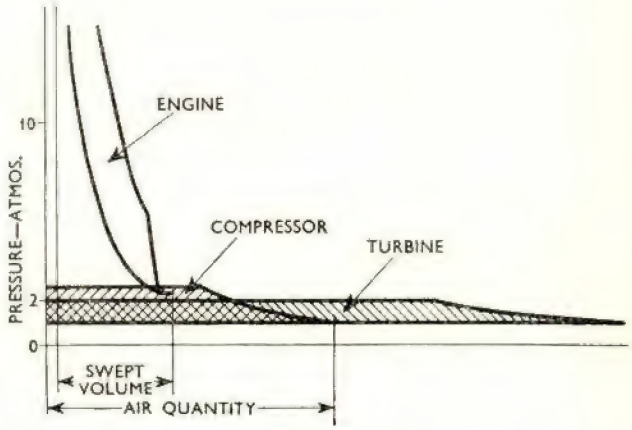
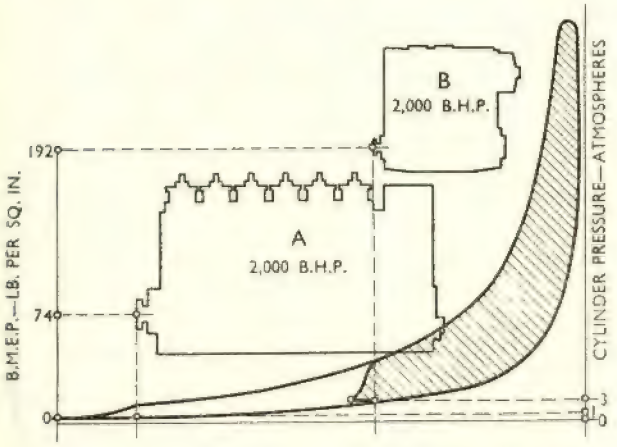


Fig. 20 — Parte inferior do Diagrama de um motor Diesel a 2 tempos sobrealimentado a 2 atmosferas absolutas.

Uma indicação do efeito que a sobrealimentação tem nas exigências de espaço para os motores a dois tempos, com e sem sobrealimentação é dada na figura 21. Nela se representam dois motores, ambos de 2000 H. P. O motor A é um motor não sobrealimentado de simples efeito rodando a 227 r. p. m. enquanto que o motor B é de êmbolos opostos, sobrealimentado a 2,5 atm. e rodando a uma velocidade de 970 r. p. m. A parta tracejada do diagrama mostra a área

de trabalho do motor B e o conjunto da turbina e compressor correspondem, aproximadamente, à área não tracejada.

Reversibilidade dos motores com turbo-compressores — Não são necessários nenhuns sistemas de inversão de marcha para os turbo-compressores aplicados a motores Diesel reversíveis. Nos casos em que o turbo-compressor, ou só a turbina esteja acoplado à cambota do motor é preciso interca-



(Courtesy of Sulzer Bros).

Fig. 21 — Exigências de espaço de motores Diesel a 2 tempos.

lar entre o eixo da turbina e a cambota uma caixa inversora ou, mais simplesmente, uma embraiagem que permita aproveitar ou não a potência da turbina. Este segundo sistema tem a vantagem de não aproveitar a potência dos gases de escape quando o motor gira num dos sentidos. No entanto usa-se este sistema em motores marítimos.

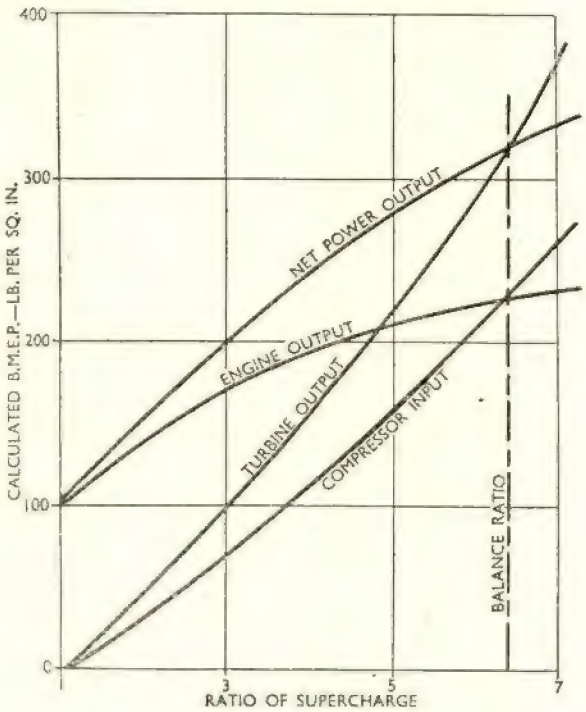
Geradores de gases — No caso duma instalação consistindo num motor sobrealimentado, num compressor e numa turbina aproveitando os gases de escape sucede que, quando a sobrealimentação se faz a uma pressão maior que duas atmosferas, a potência da turbina torna-se maior do que a necessária para mover o compressor (Fig. 22).

A uma pressão de sobrealimentação de cerca de seis atmosferas toda a potência produzida pelo motor é utilizada para mover o compressor e a potência total da instalação é a da turbina.

Deste modo, o motor e o compressor têm o mesmo papel que uma caldeira numa instalação de vapor ou a câmara de combustão e o compressor numa turbina de gás. Um certo número de unidades compostas de motor e compressor, ou geradores de gases — como são chamados — poderia ser utilizado para fornecer o gás necessário a uma grande turbina. Este processo teria a vantagem de permitir colocar unidades geradoras de gases do modo mais conveniente além do facto de se poder retirar um grupo dos geradores de gases sem ter que interromper o funcionamento da instalação.

Os valores da pressão média efectiva obtidos neste caso, têm particular importância para a construção de instalações de elevada potência específica. A flexibilidade da transmissão de potência tem grande interesse na tracção quer marítima, quer terrestre, sendo eliminada a necessidade duma transmissão flexível (tal como, por exemplo, a eléctrica). É conveniente notar que o alto valor da potência específica é obtida sem sacrificar o bom rendimento do motor Diesel.

Tem interesse comparar esta instalação com turbina de gás a pressão constante sem recuperadores de calor. A diferença essencial entre elas está em que, no primeiro caso, a combustão dos gases tem lugar no cilindro, a elevada pressão, enquanto que no segundo ela se dá a uma pressão muito mais baixa. Neste segundo caso, também, uma quantidade considerável de ar em excesso circula com os gases tendo por fim a refrigeração da turbina. Deste modo, enquanto a instalação de geradores de gases tem rendimento de 35-40 % a da turbina de gás seria de 18-20 %. O gás gerado num gerador tem a temperatura de 850-900° F.



(Schneitzer Copyright 1945. By permission of the Macmillan Company).

Fig. 22 — Potência calculada duma instalação combinada com turbina aproveitando os gases de escape.

Muito se pode dizer em favor das instalações com geradores de gases, em que a compressão até poucas atmosferas e a expansão do mesmo tipo se dão em máquinas rotativas que são as mais apropriadas para este fim enquanto que, a grande compressão e expan-

são, próprias duma máquina alternativa, se passam nos cilindros do motor.

CONCLUSÕES

A potência duma instalação com um motor de combustão interna pode ser aumentada se se recuperar parte da energia dos gases de escape. Este procedimento trás consigo um menor consumo específico além de, em muitos casos, outras vantagens.

O método de recuperação da energia de escape pode aproveitar quer a energia de pulsação dos gases para proporcionar a lavagem ou a sobrealimentação do motor, quer a sua energia potencial e cinética para mover uma turbina Ambos os métodos merecem um estudo aprofundado e desenvolvido.

BIBLIOGRAFIA

Bannister, F. K., and Mucklow, G. F. 1948 Proc. I. Mech., vol. 159, p. 269, «Wave Action Following Sudden Release of Compressed Gas from a Cylinder».

Brown Boveri Review 1950 vol. 37, p. 405, «Pressure--charging of Internal-combustion Engines».

Büchi, A. J. 1937 Trans. A. S. M. E., vol. 59, p. 85, «Supercharging of Internal-combustion Engines with Blowers Driven by Exaust-gas Turbines».

Carter, H. D. 1946 Proc. I. Mech. E., vol. 154, p. 386, «The Loop Scavenge Diesel Engine».

Davies, S. J. 1937 Engineering, vol. 143, pp. 685, 715, «The Characteristics of Engines of Kadenacy Design».

Giggen, E. 1940 Engineering, vol. 150, p. 134, «Rapid Discharge of Gas from a Vessel into Atmosphere».

Heldt, P. M. 1947 «High Speed Diesel Engines» (Iliffe and Sons, Ltd., London).

Kadenacy, M., and Armstrong — Whitworth Securities Co., Ltd. Bristh Patent No. 473684, 1936.

Lovet, P. H. 1946 Thesis, Pensylvania State College, «Engine Performance with Different Exaust Systems on a G. M. 3-71 Two-stroke Cycle Diesel Engine».

Mucklow, G. F. 1939 Enginnering, vol. 148, pp. 187, 330, 421, 589, «The Kadenacy System of Scavenging».

Schweitzer, Paul H. 1949 «Scavenging of Two-storke Diesel Engines» (Macmillan, New York).

Sthael, R. «Power Increase of Four-stroke and Two--stroke Diesel Engines by Browm Boveri Turbo Chargers» (Browm Boveri).

Sulzer Techinal Review 1941 Special Number, 31 st December. Wrigth Aeronautical Corporation 1950 The Engineer, vol. 190, p. 214, «A Combination Piston and Turbine Engine».

BIBLIOTECA
FICHEIRO

Classificadores responsáveis:

Adelino Felgueiras Barreto, António Alves dos Santos, João Armando Costa Marques, João Manuel Martins Pereira, José Carlos Viana Baptista e Mário Canongia Lopes.

Recortar as indicações bibliográficas que formam uma ficha e estão encimadas por C. D. *(classificação decimal)*.

Colar cada referência num pequeno rectângulo de cartolina com 75 × 125 mm..

Ordenar pelos índices decimais, *começando da esquerda para a direita*, independentemente do número de algarismos que o índice contiver.

Consultar, em casos duvidosos, a exemplificação inserida na «Técnica» n.º 218 e seguintes, ou recorrer à Biblioteca da A. E. I. S. T..

Notar que a inserção das fichas nesta publicação respeita a ordem correcta, no intuito de a esclarecer o mais possível.

A comodidade de possuir no próprio local de trabalho um arquivo ordenado e de fácil consulta sobre assuntos que se sabe onde existem, é uma das evidentes vantagens de um ficheiro de Classificação Decimal.

Os assuntos de que estas fichas são referência ficam patentes à consulta a partir desta data.

LIVROS

C. D. 1 (09) : 5

Signification de l'histoire de la Pensé Scientifique — *Enriques Federigo.*
Hermann & Cie — Paris, 1934, vol. I.

C. D. 515.2

Intersecção dum hiperbolóide empenado escaleno com um elipsóide achatado de revolução — *Luis Passos.*
1914, brochado, págs. 6.

C. D. 53 (021)

Physics Manual for Pilots.
Mc Graw Hill, 1943, vol. 1, encad., págs. 227.

C. D. 531

Formulário de Mecânica Racional — *Quadros e Costa.*
A. E. I. S. T., 1953-54, vol. 1, brochado, págs. 116.

C. D. 531.7

Généralités sur les Mesures — *Pierre Fleury.*
Hermann, 1935, brochado, págs. 73.

C. D. 621-2

Correias trapezoidais (Orgãos II) — *Andrade, Rebelo de.*
A. E. I. S. T., 1952, brochado.

4 exemplares.

C. D. 621.744.5

Development of the Lost-Wax Process of Precision Casting, 1949/53 — *J. S. Turnbull.*
Institution of Mechanical Engineers, 31-12-954, vol. 1, brochado, págs. 8.

C. D. 621.892.097

Some Problems in Lubrification and the Substances Called Additives — *A. Towle.*
Institution of Mechanical Engineers, 14-12-954, vol. 1, brochado, págs. 12.

C. D. 624.2/8

Pontes — *Edgar Cardoso.*
A. E. I. S. T., 1953, vol. 1, brochado, págs. 540.

2 exemplares.

C. D. 626

Hidráulica Agrícola e Urbana — *Alberto Mansanares Abecassis.*
A. E. I. S. T., 1948, vol. 1, brochado, págs. 131.

C. D. 626

Aproveitamentos Hidroelectricos — *Alberto Mansanares Abecassis.*
A. E. I. S. T., 1953, vol. 1, brochado, págs. 100.

C. D. 629.13

Production Engineering in the Aircraft Industry — *Berghell, A. B.*
Mc Graw Hill, 1944, vol. 1, encad., págs. 307.

C. D. 629.136.3. (091)

Rockets and space travel. The future of flight beyond the stratosphere — *Willy Ley.*
The Viking Press, 1947, vol. 1, encad., págs. 374.

C. D. 669

Metalurgia Geral e Especial — *Vitor Pinto Pinheiro.*
A. E. I. S. T, 1954-55, vol. 1, brochado, págs. 187.

C. D. 669.1.001

Contribuição para o estudo da Indústria Siderúrgica em Portugal — *Pinheiro, V. Pinto.*
Maránus — Porto, 1952, vol. 1, brochado, págs. 241.

C. D. 72

L'Architettura Moderna — *Gillo Dorfles.*
Garzanti, 1954, vol. 1, brochado, págs. 105.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. 331

Un nuevo y basico principio en la compensacion a los obreros — *Allen W. Rucker.*
Dyna, 11-954, vol. 29, n.º 11, págs. 533-540.

C. D. 53 (81)

A situação da Física no Brasil — *Adel da Silveira.*
Gazeta da Física, 10-954, vol. 3, n.º 2, pág. 43.

C. D. 534.1

Vibrações mecânicas e electricas — *Libano Monteiro.*
Gazeta da Física, 10-954, vol. 3, n.º 2, pág. 37-42.

C. D. 534.37 : 621.75 [658.38]

Introduction to Noise — *John O. Kraehenbuehl.*
American Fondryman, 6-954, vol. 25, n.º 6, pág. 52-8.

C. D. 535.37

Solid-State Image Intensifer — *R. K. Orthuber* and *L. R. Ullery.*
Electrical Communication, 9-954, vol. 31, n.º 3, pág. 188 a 202.

C. D. 537.212

Sur la densité de force electrique en un point d'une surface electrisée — *António da Silveira.*
Gazeta da Física, 10-954, vol. 3, n.º 2, pág. 33-36.

C. D. 620 : 15

Diamond Indentors for Rockwell-Hardness Testing — *F. R. Tolmon* e *Joyce F. Hall.*
Engineering, 10-12-954, vol. 178, n.º 4637, pág. 760-2.

C. D. 620 179.18

Spectrographe Électronique à profilage — *R. Breckpot.*
Acier-Stahl-Steel, 1-955, vol. 20, n.º 1, pág. 21.

C. D. 620.19 : (666.76 : 636.94.041)

Contribucion al estudio de la destruccion química del refractário en el horno de cemento — *Francisco Soria.*
Informes de Construccion, 8-9-954, vol. 3, n.º 63, pág. 635-2.

C. D. 621.29 (44)

Supplément Grafique Pragnères.
La Houille Blanche, 9-10-954, n.º 5, pág. 623.

C. D. 621.311.1 (81)

Missão ao Brasil — *Eng.º Paulo de Barros.*
Indústria Portuguesa, 10-954, ano 27 n.º 320, pág. 309-318.

C. D. 621.315.051.024

The Gotland D. C. Link. The Layont of the Plant — *I. Lidén, E. Uhlmann* e *Svidén.*
ASEA — Revue, 10-954, n.º 10, pág. 141-154.

C. D. 621.315.051.024

The first High Voltage D. C. Transmission With Static Convertors — *U. Lamm.*
ASEA — Revue, 10-954, n.º 10, pág. 139-140.

Some Notes on the Developments.

C. D. 621.315.051.025 (485)

Caractéristiques générales du réseux suédais à 380 kV — *Åke Rusck.*
ASEA — Revue, 8-954, n.º 5, pág. 61-6.3

C. D. 621.316.923

Fusion des pusibles en cas d'Orage — *N. Hyltén-Cavallius.*
ASEA — Revue, 8-954, n.º 5, pág. 64.

C. D. 621.316.925 : 621.311.21

Relais de protection des-stations suédoises à 380 kV — *V. Sterner.*
ASEA — Revue, 8-954, n.º 5, pág. 47-55.

C. D. 621.316.933

Parafondres pour la protection du réseau suedois à 380 kV — *B. Grundmark.*
ASEA — Revne, 8-954, n.º 5, pág. 55-61.

C. D. 621 365 : 669.12

Induction Melting with High and Low Frequency — *Frank T. Chesnut.*
American Foundryman, 6-954, vol. 25, n.º 6, pág. 70-4.

C. D. 621.385.83

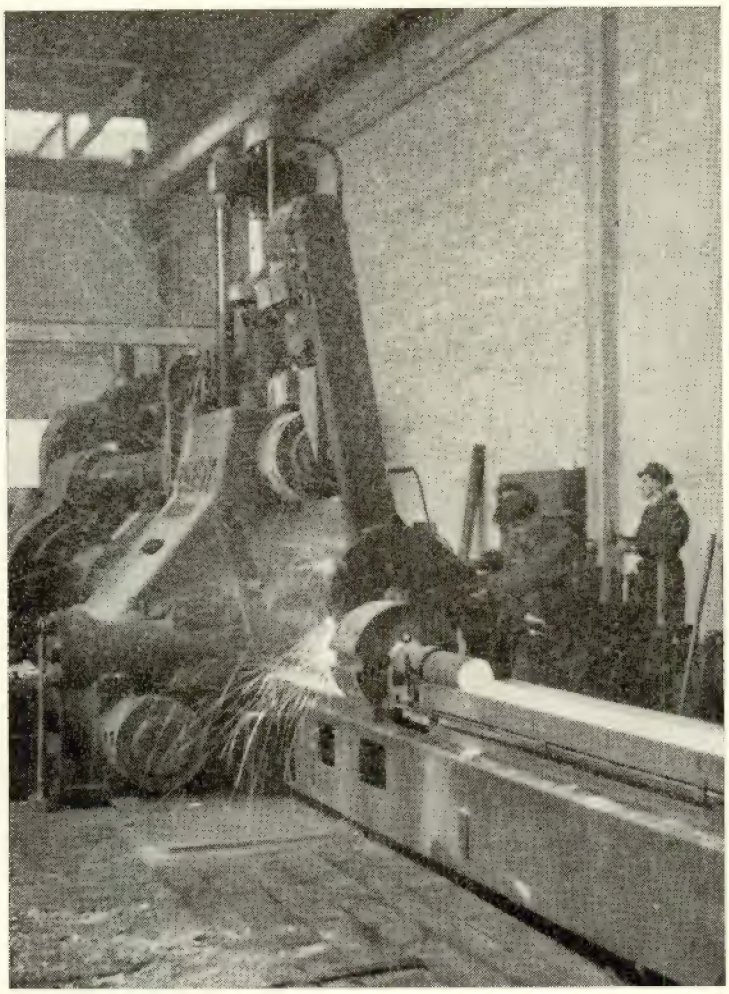
Developement in Trustworthy — Valve Thecniques — *E. G. Rowe* e *Peter Welch.*
Electrical Communication, 9-954, vol. 31, n.º 3 pág. 172 a 188.

C. D. 621.395.34

Training Course en Crossbar Equipment — *T. Dewitt Talmage.*
Electrical Communication, 9-954, vol. 31, n.º 3, pág 167 a 171.

Avesta

AÇOS INOXIDÁVEIS ANTI-ÁCIDOS E REFRACTÁRIOS



TUBOS SEM COSTURA

Operações de corte e extrusão nas Fábricas AVESTA

STOCKS PERMANENTES PARA ENTREGA IMEDIATA

Representantes Exclusivos para Portugal:

Senna, Botto & Leitão, Lda.

Sede em Lisboa: Rua Nova do Almada, 14
Telef. 2 6054 / 2 8904 / 2 5554

Filial no Porto: Rua do Almada, 31
Telef. 2 8170 / 2 8392

AVESIA JERNVERKS AKTIEBOLAG
AVESTA — SUÉCIA
em actividade desde 1303

C. D. 621.396

Mcrcstrip Kit.

Electrical Communication, 9-954, vol. 31, n.º 3, pág. 214.

Descrição de um conjunto de elementos prê-fabricados que permitem a montagem de rádios receptores super-ondas.

C. D. 621.396.663

Fixed-Beam Aircraft Approach System — *R. A. Hampshire.*

Electrical Communication, 9-954, vol. 31, n.º 3, pág. 189 a 197.

C. D. 621.396.663

Novaglube — Navarho Long — Range Radio Navigational System — *C. T. Clark, R. I. Colin, Milton Dishal, Irving Gardy, Mortimer Rogoff.*

Electrical Communication, 9-954, vol. 31, n.º 3, pág. 155 a 166.

C. D. 621.413.72

Les Locomotives Diesel — *M. Ulysse Lamalle.*

Bulletin de l'A. I. du Congrés des Chemins de Fer, 12-954, vol. 31, n.º 12, pág. 1286-304.

C. D. 621.436.25-712

Air-Cooled Diesel Engines Models Ranging up to 100 B. H. P:

Engineering, 3-12-954, vol. 178, n.º 4636, pág. 738-9.

C. D. 621.515 : 661.565

Les Compresseurs Isotherme dans les Installations de Séparation d'Air

Revue Brawn Boveri, 6-954, vol. 41, n.º 6, pág. 187-96.

C. D. 621.74 (73)

Development of a West Coast Steel Jobbing Foundry — *Herbert F. Scobie.*

American Foundryman, 6-954, vol. 25, n.º 6, 59-63.

C. D. 621.741/4

Investment Precision Casting Without Expendable Patterns — *A. Dunlop.*

American Foundryman, 6-954, vol. 25, n.º 6, pág. 64-9.

C. D. 621.741

Continuous Casting of Steel Prevention of Billet Rupture

Engineering, 10-12-954, vol. 178, n.º 4637, pág. 754-5.

C. D. 621.741 : 669.18

The Future of Steel Metting Improved and alternative furnaces

Engineering, 3-12-954, vol. 178, n.º 4636, pág. 722-3.

C. D. 621 741.3.002.21

Modern Malleable Irou Production and Selling — *Herbert F. Scobie.*

American Foundryman, 8-954, vol. 26, n.º 2, pág. 32-7

C. D. 621.741.67 : 620.11

Inspection and Salvage of Magnesium Castings — *B. G. Harr.*

American Foundryman, 8-954, vol. 26, n.º 2, pág. 39-42.

C. D. 621.742.41

Olivine-Silica Molding Sands — *Willim A. Snyder.*

American Foundryman, 6-954, vol. 25, n.º 6, pág. 75-81.

C. D. 621.744 : 679.5

Experiences With Plastics iu Patternmaking Practice — *Wm C. H. Dunn.*

American Foundryman, 6-954, vol. 25, n.º 6, pág. 82-4.

C. D. 621.744.5

O Process for Precision Castings — *Harry W. Dietert.*

American Foundryman, 8-954, vol. 26, n.º 2, pág. 56-65.

C. D. 621.75 : 621.6

How to Design and Exhaust System — *W. W. Dodge.*

American Foundryman, 8-954, vol. 26, n.º 2, pág. 50-5.

C. D. 621.791.7

Fast, automatic Arc Welders speed repairing of Construction Equipment — *Ivan R. Bastter.*

Excavating Engineer, 12-954, vol. 58, n.º 12, pág. 23.

C. D. 621.86 (42)

Iron-Ore Transporters at Bidston Dock Each with Capacity of 350 Tons per Hour.

Engineering, 17-12-954, vol. 178, n.º 4638, 796-800.

C. D. 621.9 : 669.715

High-Speed Machining of Non-Ferrous Alloys Radial--Arm Router Manually Controled.

Engineering, 10-12-954, vol. 178, n.º 4637, pág. 764-5.

C. D. 621.92 : 666.94.022

La operaciones de molienda en la fabricacion del cemento — *Patricio Palmar Llovet* e *Dario Lopez Peciña.*

7-954, vol. 20, n.º 244, pág. 286-290; 8-954, vol. 20, n.º 245, pág. 324-327; 9-954, vol. 20, n.º 246, pág. 366-370.

C. D. 621.924.6.002.21

Production Gringing of Spur Gears Grinding from the Solid or Pre-Cut Blanks

Engineering, 3-12-954, vol. 178, n.º 4636, pág. 732-3.

V. S. é Sempre um Vizinho da BETHLEHEM STEEL

Qualquer que seja o seu negócio – em qualquer parte do mundo – V.S. é sempre um vizinho da Bethlehem Steel ou de um de seus representantes. A Bethlehem é uma organização completa, destinada a servir ao mercado exportador, e seu pessoal faz sempre o possível para atender às necessidades comerciais de V.S., com solicitude e presteza.

A Bethlehem está empenhada em facilitar as compras de aço que V.S. deseje fazer e prestar-lhe tôda a assistência necessária ao bom andamento de seus negócios. Dada a vantajosa localização de seus escritórios, em todo o mundo, a Bethlehem está especialmente aparelhada para cooperar com V.S., como deve fazer um bom vizinho. Bethlehem Steel Export Corporation, 25 Broadway, New York 4, E.U.A. Telegramas: "BETHLEHEM, NEWYORK."

A Bethlehem supre os mercados internacionais de tôdas as formas de aço, inclusive

BARRAS ★ LIGAS ESPECIAIS ★ AÇOS PARA FERRAMENTAS ★ CHAPAS PARA ESTRUTURAS ★ LÂMINAS ★ FITAS ★ FÔLHA DE FLANDRES ★ PRODUTOS DIVERSOS DE ARAME ★ VIGAS ★ TUBOS E TRILHOS.

Escritoriós e representantes em tôdas as principais cidades do mundo
Em Moçambique: Albino Dias de Carvalho, Lda., Lourenço Marques

★ BETHLEHEM STEEL ★

703P

C. D. 621.934

Band-Sawing and Filing of Extrusion Dies Two Large American Machines.

Engineering, 3-12-954, vol. 178, 4636, pág. 734.

C. D. 621.975-29 : 679.5

Jigs, Fixtures and Press Tools Made of Plastics — Their Scope in Short Production Runs.

Engineering, 3-12-954, vol. 178, n.° 4636, pág. 726-8.

C. D. 624.05

Ventajas de la producción en serie en el ramo de la construcción

El Arquitecto Constructor, 4-5-954, pág. 25.

C. D. 624.057.6

Un nuevo tipo de cimbra tubular desmontable — *J. M. de la Peña Aznar.*

Informes de la Construccion, 11-954, n.° 65.

C. D. 624.072.2 — 012.47

Cálculo nomográfico de secciones en T de hormigón pretensado y armado — *José M. Urcelay.*

Informes de la Construccion, 11-954, n.° 65.

C. D. 624.073 : 539 384.6

Quelques applications récentes de la méthode purement optique á l'e'tude des plaques fléchies — *Henry Favre* e *Walter Schumann.*

Bulletin Technique de la Suisse Romande, 2-10-954, vol. 80, n.° 20, pág. 305.

C. D. 624.075.2 — 012.4

Investigations Into the Strength of Short R. — C. Columns — *S. Mackey.*

Civil Engineering and Public Works Review, 9-954, vol. 49, n.° 579, pág. 945 ; 10-954, vol. 49 n.° 580, pág. 1084.

C. D. 624.078.2

Cálculo dos parafusos de cabeça e porca trabalhando na madeira ao cinzalhamento — *George Ribeiro.*

Revista do Clube de Engenharía, 7-954, n.° 215, pág. 25.

C. D. 624.131.54 : 624.131.63

Sobre la utilizacion de los drenes contrafuertes, con algunas ideas generales sobre los corrimientos de tierras — *Francisco J. V. Zaldua.*

Revista de Obras Públicas, 11-954, n.° 2875, pág. 551.

C. D. 624.132 : 625.7

Marincci Outwits Peat and Ledgt.

Excavating Engineer, 1-955, vol. 49, n.° 1, pág. 25,

C. D. 624.132.3

Rocky Road to Reno — *Ray Day.*

Excavating Engineer, 12-954, vol. 48, n.° 12, pág. 18.

C. D. 624.132.3

Flathead's Rocky Highway — *Ray Day.*

Excavating Engieer, 7-954, vol. 48, n.° 7, pág. 28.

C. D. 624.137

Estudio de Métodos y Equipos actualmente en uso en la consolidación de terraplenes — *Carleton N. Correr.*

Caminos y Construccion Pesada, 10-954, vol. 8, n.° 10, pág. 19.

C. D. 624.138.3

Excavación de un pozo en terreno pantanoso — *Eberbard Müller.*

Informes de la Construccion, 10-954, n.° 64.

C. D. 624.154.001.2

Uma nova fórmula de cravação de estacas — *Luiz Portella.*

Revista do Clube de Engenharia, 12-954, n.° 220, pág. 29.

C. D. 624.119.8 + 627.844.012.47

Revestimiento de galerias con «Hormigón Pretensado» — *Alois Kieser.*

Informes de la Construccion, 10-954, n.° 64.

C. D. 624.21.059.5

Elevacion de rasante en el puente de Paradela — *Maximino Casares.*

Revista de Obras Públicas, 11-954, n.° 2875, pág. 548.

C. D. 624.85

Quelques considérations sur le contreventement des ponts roulants — *F. Masi.*

Acier-Stahl-Steel, 1-955, vol. 20, n.° 1, pág. 33.

C. D. 624.914.1

Laminated Timber Assemblier Provide Spans of Verions Types.

Bulding Materiales Dizest, 3-955, vol. 15, n.° 3, pág. 94.

C. D. 624.914.2

Barrel shell units forn workshop with roof trusses as windsows.

Building Materials Dizest, 3-955, uol. 15, n.° 3, pág. 92.

C. D. 624.914.2

Steel cantilever girders allow easy extension of hangar — nylon ceilina gives all-oven lightina.

Building Materials Dizest, 3-955, vol. 15, n.° 3, pág. 91.

C. D. 624.914.2 : 725.39

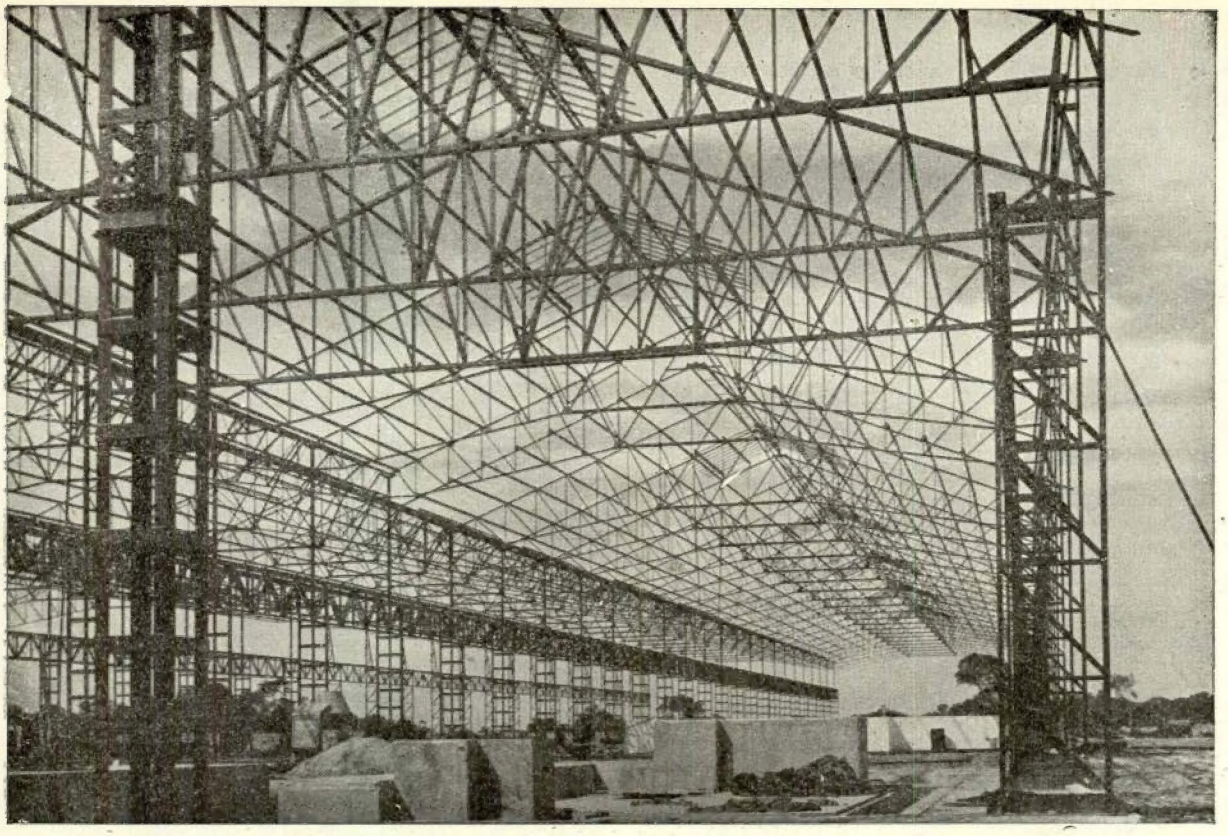
Dismountable hangar stucture — A rosular series of «Space Franes».

Building Materials Digest, 3-955, vol. 14, n.° 3, pág. 98.

C. D. 624.914.4.002.22

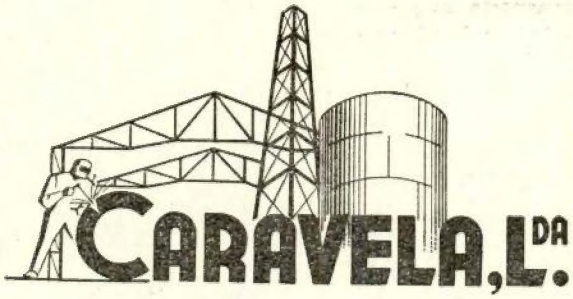
Fabricación de paneles de hormigón con encofrados de material plástico reforzado — *G. Duecy* e *J. Hutsell.*

Informes de la Construccion, 11-954, n.° 65.



Vista da nave das máquinas das instalações da Lusalite em África
Executada pela Fábrica Metalúrgica e Construtora CARAVELA, LTD.ª (Antiga OMES)

FÁBRICA METALURGICA E CONSTRUTORA



Nesta oficina executam-se também outros trabalhos; como:

Reservatórios, estruturas metálicas para aparelhos de elevação, postes metálicos, condutas metálicas, pontes metálicas, etc.

Sede: Avenida Infante D. Henrique — Talhão 10 — LISBOA

Telef. 399008 / 399480

C. D. 621.94

Gran esfera metálica para experiências atómicas — *C. Arne.*

Informes de la Construccion, 11-954, n.° 65.

C. D. 624.94 : 725.35

La construction métallique des châteaux d'eau — *Ed. Henrion.*

Acier-Stahl-Steel, 1-955, vol 20, n.° 1 pág. 25.

C. D. 625.23 : 629.1 — 592.17

Disc Brakes Applied to Railway Carriages.

Engineering, 3-12-954, vol. 178, n.° 4636, pág. 736.

C. D. 626/627 «31»

History of Hydraulics — *Hunter Rouse* e *Simon Ince.*

La Houille Blanche, 11-10-954, n.° 5.

Em separata. A continuar em números seguintes.

C. D. 627.824

Surelevation de la retenue du Barrage de Sennar — *I. Hutchison.*

La Houille Blanche, 9-10-954, n.° 5, pág. 608.

C. D. 628.14.002

Water for the Foothills — *Ray Day.*

Excavating Engineer, 1-955, vol. 49, n.° 1, pág. 18.

C. D. 631 54 : 629 13

Aircraft for Agriculture.

The Aeroplane, 15-10-954, vol. 87, n.° 2256, pág. 578-9.

C. D. 656.23

Coeficientes de elasticidade do transporte de passageiros em Caminho de Ferro — *José Gonçalves Viegas Dias.*

Gazeta dos Caminhos de Ferro, 1-9-954, vol. 67, n.° 12, pág. 241.

C. D. 656.611 + 627.3 (44)

La nouvelle Gare Maritime Boulogne et ses aménagements portuaires — *Jean Bouvier.*

Annales de l'Institut Technique du Batiment et de Travaux Publics, 11-954, n.° 83, pág. 1056-1117.

C. D. 656.257 (73)

Progrés et Tendances dans la Signalisation Ferroviaire aux États-Unis — *M. A. L. Essman.*

Bulletin de L'A. I. du Congrés des Chemins de Fer, 12-954, vol. 31, n.° 12, pág. 1305/11.

C. D. 658

Productividad y consumotividad en las fábricas de papel — *F. de Castro.*

Dyna, 11-954, vol. 29, n.° 11, pág. 509-514.

C. D. 658

Producción industrial em Madrid — *Ricardo Navarro Rubio (Ing.° Industrial)*

12-954, n.° 12, pág. 617 a 625.

Conferencia pronunciada na sessão de encerramento do Curso de Productividade em Madrid.

C. D. 66.074

Métodos mecánicos, electrostáticos y ultrasónicos de clarificación de gases — *Mariano Chaves Salas.*

Revista Industrial y Fabril, 9-954, vol. 9, n.° 96, pág. 497-501.

C. D. 66 547.322.52

Las fibras de claruro de polivinilo no sobreclorado y sus aplicaciones industriales — *Isidro Rins Sintes.*

Revista Industrial y Fabril, 9-954, vol. 9, n.° 96, pág. 494-496.

C. D. 66 (64)

Castillos Químicos en España — *Gordon Inskeep.*

Ion. 9 954, vol. 11, n.° 158, pág. 517-525.

C. D. 66.01.001.7

As atribuições do Engenheiro Industrial na prática — *Cláudio W. F. Bock.*

Engenharia — Órgão Oficial do Instituto de Engenharia, 4-5-954, vol. 138, pág. 241.

C. D. 662.6 : 621.181.3.002

The Manufacture of Small Chain-Grate Stokers. Ability to Burn Low-Grad Fuels.

Engineering, 17-12-954, vol. 178, n.° 4638, pág. 794-5.

C. D. 663.8.73

Los «sabores» americanos en las bebidas no alcohólicas

Ion, 9 954, vol. 11, n.° 158, pág. 534-536.

C. D. 666.2

El esmaltado sobre chapa de acero — *José Maria Martinez Artola.*

Dyna, 11-954, vol, 29, n.° 11, pág. 514-518.

C. D. 666.76 : 666.94.041

Refractarios en el horno cementero — *Pedro Lopez Gomez.*

Cemento Hormigón, 10-954, vol. 20, n.° 247, pág 404-410.

C. D. (666.76 : 666.94.041) : 620.19

Contribucion el estudio de la destruccion química del refractário en el horno de cemento — *Francisco Soria.*

Informes de Construccion, 8-9-954, vol. 7, n.° 63, pág. 635-2.

C. D. 666.94 : 541.123.3

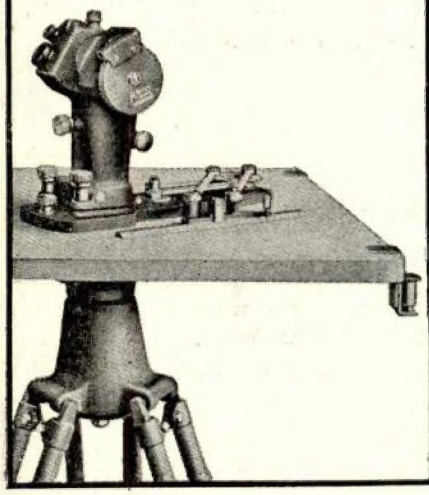
Cálculo de crudos de tres componentes mediante dosificaciones limites — *Alberto Virella Blode.*

Cemento Hormigón, 10-954, vol. 20, n.° 247, pág. 398-403.

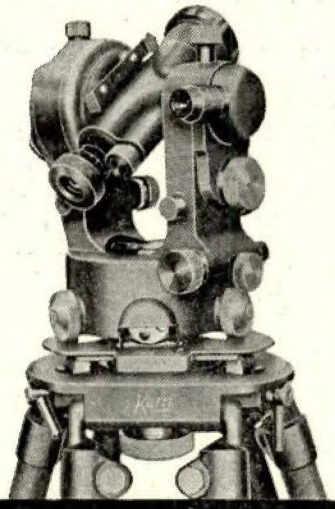
Modernos
INSTRUMENTOS GEODÉSICOS
KERN
— FABRICO SUIÇO —

Para um trabalho mais simples, mais preciso, mais rápido e menos árduo...

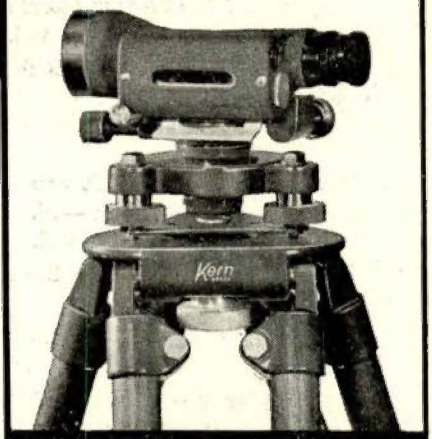
ALIDADES



TEODOLITOS



NÍVEIS



Kern AARAU

SEMPRE PARA ENTREGA IMEDIATA NOS REPRESENTANTES

EMÍLIO DE AZEVEDO CAMPOS & C.A, L.DA

PORTO — CASA FUNDADA EM 1854 — LISBOA

Para impermeabilizar terraços, paredes, fundações, etc.

EMPREZA DE PRODUCTOS ASFÁLTICOS
IMPERMEABILISADOR
·IMEPA·
RUA FILIPE FOLQUE, 10-1.º-LISBOA

CONTRA A HUMIDADE

FABRICA EM SACAVÉM

TELEFONES { 4 2651 / 4 2156 — **TELEG. EPALDA—LISBOA**

C. D. 666.94 022 : 621.92

Las operaciones de molienda en la fabricacion del cemento — *Patricio Palomar Lloret* e *Lopez Peciña.*

Cemento Hormigón, 7-954, vol. 20, n.° 244, pág. 286-290; 8-954, vol. 20, n.° 245, pág. 324-327; 9-954, vol. 20, n.° 246.

C. D. 666.94.041.5

El horno rotatorio Humboldt con intercambiador de calor de suspension en gases — *A. Hoga.*

Cemento Hormigón, 7-954, vol. 20, n.° 244, pág. 278--285; 8-954, vol. 20, n.° 245, 320-323; 9-954 vol. 20, n.° 24, pág. 361-365.

C. D. 669

Powder Metallurgy — A Survey of Recent Advances.

Engineering, 31-12-954, vol. 178, n.° 4640, 850-4.

C. D. 669.136 : 546.1

Some Effects of Nitrogen in Cast Iron-Part 2 — *J. W. Dawson, L. W. L. Smit* e *B. B. Bach*

American Foundryman, 8-954, vol. 26, n.° 2, pág. 43-9,

C. D. 669.24.016

Sur l'étude, à l'aide de l'amincissement électrolytique très poussé, des rubans et des fils à base de Nickel — *I. Epelboin.*

Revue du Nickel, 10-11-954, vol. 20, n.° 4, pág. 79-89.

C. D. 669.28.018 + 669.24.018

Les alliages à haute teneur en Nickel et Molybdéne

Revue du Nickel, 10-11-12-654, vol. 20, n.° 4, pág. 90 97.

C. D. 669.79 (42)

Titanium in this Country

The Aeroplane, 7-1-955, vol. 87, n.° 2268, pág. 22-4.

C. D. 677.01

Situación actual y perspectivas de la industria algodonera — *José Maria de Sagarra de Montalm.*

Dyna, 11-954, vol. 29, n.° 11, pág. 519-532.

C. D. 69.003

Um pouco de avaliação de imóvel — *Eng.° Nelson Nascimento Santos.*

Revista do Club de Engenharia, 9-954, n.° 217, pág. 25-27.

C. D. 691.018.44 : 624.023 — 016.7

Tire endurance studies on steel toist floons.

Building Materials Digest, 3-955, vol. 15, n.° 3, pág. 88.

C. D. 691.113

Common hone-grown hardwoods — *Nicholas Clifford.*

Building Materials Digest, 3-955, vol. 15, n.° 3, pág. 86.

C. D. 691.116

Iron packaging to Building (Developments in the manufacture anda use of plywood).

Building Materials Digest, 1-955, vol. 15, n.° 1, pág. 5-7.

C. D. 693.45

Large prefabricateo wall, floor and roof units combined in house construction.

Building Materials Digest, 3-955, vol. 15, n.° 3, pág. 96.

C. D. 693.45

Some aspects of modern pre-fabricated construction— *K. K. Mckelvey.*

Civil Engineering and Public Works Revieu, 10-954, vol. 49, n.° 579, pág. 933; 10-954, pág. 49, n.° 580, pág. 1.082.

C. D. 693.5 : 729

Architectural Treatment of concrete surfaces — *J. Gilchrist Wilson.*

Building Materials Digest, 3-955, vol. 15, n.° 3, pág. 77.

C. D. 693.552

Concreto pre-misturado — Uma nova e importante indústria do Brasil — *A. W. Hardwicke.*

Revista do Clube de Engenharia, 7-954, n.° 215, pág. 55.

C. D. 593.62 : 691.15

Surface finisees for fibre Boards

Building Materials Digest, 12-954, vol. 14, n.° 12, pág. 409.

C. D. 693.62 : 691.71

E na me lled stlel plates as facing material.

Building Materials Digest, 12-954, vol. 14, n.° 12, pág. 406.

C. D. 695.14

A roofing sheet to cut costs.

Building Materials Digest, 12-954, vol. 14, n.° 12, pág. 407.

C. D. 695.771

Roofing for harsh conditions (Performance of aluminium industrial Duilding).

Building Materials Digest, 1-955, vol. 15, n.° 1, pág. 9-13.

C. D. 696.11

Plomberies préfabriquées—*A. Delacomumne* e *R. Brulé.*

Annales de l'Institut Technique du Batiment et des Travaux, 11-954, n.° 81, pág. 787.

C. D. 696.6

Le choix du matériel dans les installations électriques — *M. R. Comtet.*

Annales de l'Institut Tecnique du Batiment et des Travaux, 11-954, n.° 81, pág. 799.